

Série A. N° 1277.

N° d'ordre 2146.

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

Pierre CHOUARD

AGRÉGÉ-PRÉPARATEUR A L'ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE

1^{re} THÈSE. — TYPES DE DÉVELOPPEMENT DE L'APPAREIL
VÉGÉTATIF CHEZ LES SCILLÉES.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le **5 NOV 1930** devant la Commission d'examen

MM. M. MOLLIARD..... *Président.*

LÉON BERTRAND ... } *Assesseurs.*
DUBOSCQ..... }

PARIS

MASSON ET C^{ie}, ÉDITEURS

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN

1930

Série A. N° 1277.

N° d'ordre 2146.

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

Pierre CHOUARD

AGRÉGÉ-PRÉPARATEUR A L'ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE

1^{re} THÈSE. — TYPES DE DÉVELOPPEMENT DE L'APPAREIL
VÉGÉTATIF CHEZ LES SCILLÉES.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 1930 devant la Commission d'examen

MM. M. MOLLIARD *Président.*

LÉON BERTRAND . . . } *Assesseurs.*
DUBOSCQ }

PARIS

MASSON ET C^{ie}, ÉDITEURS

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN

—
1930

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS



MM.

Doyen..... C. MAURAIN, *professeur*, Physique du globe.
Doyens honoraires... P. APPELL, M. MOLLIARD.

Professeurs honoraires.
 A. JOANNIS.
 H. LE CHATELIER.
 H. LEBESGUE.
 A. FERNBACH.
 A. LEDUC.
 E. HÉROUARD.



Émile PICARD Analyse supérieure et algèbre supérieure.
 G. KÖNIGS Mécanique physique et expérimentale.
 E. GOURSAT Calcul différentiel et calcul intégral.
 P. JANET Électrotechnique générale.
 F. WALLERANT Minéralogie.
 P. PAINLEVÉ Mécanique analytique et mécanique céleste.
 Gabriel BERTRAND Chimie biologique.
 M^{me} P. CURIE Physique générale et radioactivité.
 M. CAULLERY Zoologie (Évolution des êtres organisés).
 G. URBAIN Chimie générale.
 Émile BOREL Calcul des probabilités et Physique mathém.
 L. MARCHIS Aviation.
 Jean PERRIN Chimie physique.
 Rémy PERRIER Zoologie (Enseignement P. C. N.).
 H. ABRAHAM Physique.
 M. MOLLIARD Physiologie végétale.
 E. CARTAN Géométrie supérieure.
 L. LAPICQUE Physiologie générale.
 E. VESSIOT Théorie des fonctions et théorie des transformations.

Professeurs

A. COTTON Physique générale.
 J. DRACH Application de l'analyse à la géométrie.
 Charles FABRY Physique.
 Charles PÉREZ Zoologie.
 Léon BERTRAND Géologie structurale et géologie appliquée.
 R. LESPIEAU Théories chimiques.
 E. RABAUD Biologie expérimentale.
 P. PORTIER Physiologie comparée.
 É. BLAISE Chimie organique.
 P.-A. DANGEARD Botanique.
 Paul MONTEL Mécanique rationnelle.
 P. WINTREBERT Anatomie et histologie comparées.
 O. DUBOSCQ Biologie maritime.
 G. JULIA Mathématiques générales.
 A. MAILHE Étude des combustibles.
 L. LUTAUD Géographie physique et géologie dynamique.
 Eugène BLOCH Physique théorique et physique céleste.
 Henri VILLAT Mécanique des fluides et applications.
 Ch. JACOB Géologie.
 P. PASCAL Chimie minérale.
 Léon BRILLOUIN Théorie physiques.
 V. AUGER Chimie appliquée.
 E. ESCLANGON Astronomie.

E. PÉCHARD Chimie (Enseign^t P. C. N.).
 M. GUICHARD Chimie minérale.
 A. GUILLET Physique.
 G. MAUGUIN Minéralogie.
 L. BLARINGHEM Botanique.
 A. MICHEL-LÉVY Pétrographie.
 A. DEREIMS Géologie.
 A. DENJOY Calcul différentiel et intég.
 H. BÉNARD Physique (P. C. N.).
 E. DARMOIS Physique.
 G. BRUHAT Physique.
 H. MOUTON Chimie physique.

L. JOLEAUD Paléontologie.
 M. JAVILLIER Chimie biologique.
 A. DUFOUR Physique (P. C. N.).
 F. PICARD Zoologie (Évolution des êtres organisés).
 ROBERT LÉVY Zoologie.
 L. DUNOYER Optique appliquée.
 A. GUILLERMOND Botanique (P. C. N.).
 A. DEBIERNE Radioactivité.
 M. FRÉCHET Calcul des probabilités et Physique mathém.
 M^{me} RAMART-LUCAS, Chimie organique.

Secrétaire..... A. PACAUD.

A LA MÉMOIRE

DE MON PÈRE



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41551825_0046

TYPES DE DÉVELOPPEMENT DE L'APPAREIL VÉGÉTATIF CHEZ LES SCILLÉES

Par **Pierre CHOUARD**

Agrégé-préparateur à l'École Normale Supérieure.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	132
INTRODUCTION.....	135
§ 1. Définition de la tribu des Scillées.....	135
§ 2. Positions adoptées par divers auteurs à propos des Scillées.....	136
§ 3. Plan du présent travail.....	139
PREMIÈRE PARTIE. — TYPES DE PLANTULES DES SCILLÉES.....	143
Chapitre premier. — Type épigé : <i>Scilla bifolia</i> L.	164
Chapitre II. — Type hypogé : <i>Endymion nutans</i> Dum.....	151
Chapitre III. — Les divers types de plantules des Scillées.....	159
Tableau du classement des plantules.....	168
DEUXIÈME PARTIE. — STRUCTURE ET TYPES DES BULBES DES SCILLÉES.....	171
Chapitre premier. — Structure générale des bulbes des Scillées.....	172
Chapitre II. — Types de bulbes à renouvellement annuel total.....	195
Chapitre III. — Types de bulbes à renouvellement progressif plurannuel...	208
Tableau du classement des bulbes.....	232
TROISIÈME PARTIE. — PHÉNOMÈNES DE CROISSANCE ENVISAGÉS COMME CARACTÈRES SPÉCIFIQUES.....	235
Chapitre premier. — Modalités du bourgeonnement.....	236
Chapitre II. — Modalités de la régénération.....	245
Chapitre III. — Types de répartition des poils des écailles sur les bulbes des Scillées.....	252
RÉSUMÉ ET CONSÉQUENCES. — Classification des Scillées et types de développement de l'appareil végétatif.....	271
§ 1. Résumé et rapprochement des faits déjà décrits.....	271
§ 2. Les types de développement de l'appareil végétatif et leur signification.	274
§ 3. Remaniements à la classification des Scillées d'après le développement de l'appareil végétatif.....	280
(A. Nouvelle classification du groupe des Scillées. — B. Généralisation de la méthode, extension à d'autres groupes de Scillées. — C. Justifi- cations apportées à la classification révisée des Scillées, principalement par la Géographie botanique.)	
CONCLUSION	301
INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.....	307
INDEX DES ESPÈCES CITÉES	317

AVANT-PROPOS

Sous un mode de vie apparemment uniforme, les plantes bulbeuses cachent une grande diversité. J'ai été très frappé de la découvrir même dans un groupe restreint comme le seul genre *Scilla*, aussi bien par l'observation des plantules que par l'étude des bulbes ou des poids des écailles.

1^o *Types de plantules*. — Poursuivant un travail publié en 1926 sur la germination de quelques Scilles, j'ai examiné les plantules d'un certain nombre d'espèces de *Scilla* et des genres voisins, et je les ai trouvées de deux types principaux, l'un épigé, l'autre hypogé. Dans ces deux types, certaines ont une longue et mince gaine cotylédonaire très développée; d'autres n'ont qu'une gaine très courte et entièrement tubérisée.

Dans chaque catégorie, les diverses parties des plantules et les diverses pièces qui se succèdent chaque année dans les bulbes adultes offrent, pour une même espèce, une ressemblance frappante dans leur forme et dans leur structure.

2^o *Types de bulbes*. — Les bulbes des *Scillées*, bien que tous organisés sur le même plan, présentent une grande diversité. J'appelle *cycles foliaires annuels* les séries de pièces foliaires tubérisées de diverses sortes qui se forment au cours de chaque année. Leur composition permet de distinguer plusieurs types de bulbes.

Certains se renouvellent chaque année; ils sont constitués par un cycle de pièces externes en cours d'épuisement et un cycle de pièces internes en formation.

D'autres conservent plusieurs années les écailles des cycles foliaires précédemment formées. Et, parmi ceux-ci, je distingue :

Ceux dont la poussée annuelle comprend à la fois des gaines, des écailles porteuses de limbe et des écailles sans limbe ;

Ceux qui ont des écailles porteuses de limbe et des écailles sans limbe en nombre presque égal ;

Ceux qui n'ont que des écailles porteuses de limbe et tout au plus une seule écaille sans limbe.

La forme du bord des écailles, la position de la hampe florale, la structure des racines adventives, sont autant de caractères que j'ai adoptés et qui contribuent à préciser la définition des types de bulbes.

Les particularités biologiques : bourgeonnement de caïeux, régénération de bulbilles sur les parties lésées, offrent diverses modalités selon les espèces.

Enfin certaines mesures quantitatives sur les bulbes permettent de définir des types spécifiques. Parmi ces mesures, les poids des écailles pesées une à une m'ont donné des résultats intéressants. En portant en graphique les poids observés pour chaque écaille d'un bulbe, du centre à la périphérie, j'obtiens *une courbe dont l'allure est constante pour chaque espèce. De plus, les diverses espèces se rapprochent en un petit nombre de types de « courbes de répartition pondérale » de même allure*, les unes à nombreux maxima et minima, les autres à un seul maximum, d'autres enfin sans maxima ni minima.

Il m'a paru très remarquable de constater que les mêmes espèces réunies par la similitude de leurs plantules se trouvaient rapprochées par la constitution de leurs bulbes et par l'allure de leur courbe de répartition pondérale. Cette observation faite pour *Scilla* est valable pour les espèces des genres voisins que j'ai pu examiner. J'en tire deux conclusions :

1^o Toutes les phases, tous les aspects du développement des bulbes des Scillées sont corrélatifs les uns des autres : la connaissance des plantules me permet de prévoir les bulbes qui suivront et, dans une certaine mesure, l'allure de la répartition des poids des écailles, et réciproquement. Il est donc possible de définir des *types de développement de l'appareil végétatif* portant sur la vie entière de la plante ;

2^o J'esquisse une classification du genre *Scilla* (L.) Bak.,

qui, loin de reposer sur des organes définis comme la fleur, repose sur la succession des étapes de tout l'appareil végétatif, c'est-à-dire sur les types de développement.

La valeur des subdivisions que j'introduis est confirmée par la répartition géographique actuelle des espèces du genre *Scilla*.

L'examen d'espèces appartenant à d'autres genres de la tribu des Scillées me permet de prévoir l'extension et la généralisation de la méthode de classification employée pour *Scilla*.

Je suis très reconnaissant à M le professeur Costantin, qui veut bien recevoir mon travail dans les *Annales des Sciences naturelles*; à MM les professeurs Blaringhem et Molliard, qui l'ont suivi et examiné; à MM. les professeurs Lecomte et D. Bois, qui m'ont ouvert l'accès de l'herbier des jardins du Muséum, et à tous ceux qui m'ont aidé de quelque façon. Je ne saurais, en particulier, oublier les très obligeants naturalistes de Paris et de province (1), dont les envois en toutes saisons m'ont procuré les espèces vivantes qui m'étaient indispensables.

(1) MM. de Bonnal, de Montgaillard (Hautes-Pyrénées); Théo Bouget, de Bagnères-de-Bigorre; Alph. Faure, d'Oran; P. Le Brun, d'Aix-en-Provence; mon ami M. H. Prat, durant son séjour à Oran; P. Rondou, de Gèdre (Hautes-Pyrénées); Samat, de Marseille; Saubadie, de Fronsac (Haute-Garonne). — Les établissements Vilmorin et C^{ie} m'ont procuré des graines et des bulbes, et M. C. Guinet, au Muséum, dans le service de M. le professeur Bois, a soigné mes plantes vivantes, qui ne pouvaient subsister sous les ombrages du vieux jardin de l'École normale supérieure. — Outre mes récoltes personnelles à Melun (Seine-et-Marne), Nemours (Seine-et-Marne), Quiberon (Morbihan), Carteret (Manche), Gèdre et Orédon (Hautes-Pyrénées), Caussols (Alpes-Maritimes), etc., une partie de mon matériel provient de La Mauléverrie, à Angers (Arboretum G. Allard, Institut Pasteur).

INTRODUCTION

§ 1. — Définition de la tribu des Scillées.

Les Scillées sont de gracieuses Liliacées bulbeuses aussi connues des botanistes que des horticulteurs : la Scille bleue (*Scilla bifolia* L.) de nos bois, les Ornithogales, les *Muscari*, la Jacinthe des bois (*Endymion nutans* Dum.) sont les espèces sauvages les plus fréquentes. Le genre *Hyacinthus* (vraies Jacinthes) et quelques espèces exotiques (*Galtonia*, *Camassia*, *Eucomis*, etc.) procurent aux jardins de très belles plantes ornementales.

Les espèces européennes et nord-africaines sont presque toutes connues depuis très longtemps. Nommées et décrites dès avant Linné par Tournefort ou G. Bauhin, elles portent encore dans nos flores modernes les noms donnés par Linné (1753, 1767), Hudson (1762), Poiret (1789), Dumortier (1827), Boissier (1844), etc., et beaucoup parmi elles étaient déjà figurées par Redouté (1802-1816). En général, les espèces ont été dès le début très bien définies, mais leur attribution générique a toujours été très contestée : chacune d'elles a le plus souvent une série de synonymes sous les noms de *Scilla*, *Hyacinthus*, *Ornithogalum* ou *Muscari*. Les limites de la tribu des Scillées changent aussi avec chaque auteur.

LIMITATION ADOPTÉE ICI POUR LES SCILLÉES. — Pour éviter toute ambiguïté dans mon exposé, je m'en tiendrai pour la définition des Scillées à celle qui fut proposée pour la première fois par Reichenbach (1828, corresp.), adoptée par Bentham et Hooker (1883) dans leur *Genera* et reprise par M. A. Engler (1888) dans la première édition du *Pflanzenfamilien*, par Baillon (1894), par Ascherson et Grœbner (1905-1907) et enfin par M. K. Krause (1930) dans la deuxième

édition du *Pflanzenfamilien* sous le nom de *Scilloidea*. Les caractères essentiels sont les suivants : pièces florales égales, libres (*Scilla*, par exemple) ou soudées (*Hyacinthus*, par exemple). Filets plus ou moins soudés aux segments. Anthères fixées par le dos. Ovaire triloculaire, septicide, à graines ordinairement sur deux rangs ou plus dans chaque loge. Plantes bulbeuses à feuilles toutes à la base.

NOMENCLATURE EMPLOYÉE ICI. — Pour les attributions des espèces à tel ou tel genre, j'aurai précisément, en conclusion, à apporter ma conception personnelle et à remanier les classifications existantes. Jusque-là, j'emploierai les noms de la Flore Coste (1906) pour les espèces françaises et ceux de l'*Index* de Kew pour les autres espèces citées. D'ailleurs, les genres de Scillées de la Flore Coste ne diffèrent de ceux de l'*Index* de Kew ou de ceux du *Pflanzenfamilien* que par l'adoption d'*Endymion* comme genre distinct pour nommer certaines *Scilla* et de *Bellevalia* pour désigner certains *Hyacinthus*. Ces noms nous sont plus familiers en France, et j'ai moi-même intérêt à montrer, dès le courant de mon travail, combien le genre contesté *Endymion* est distinct de *Scilla*.

§ 2. — Positions adoptées par divers auteurs à propos des Scillées.

POSITIONS CONTRADICTOIRES DES SYSTÉMATIENS. — La classification des Scillées ne semble définitive que par l'accord de quelques grands catalogues et synopsis ; en fait, elle reste assez arbitraire. Ainsi Salisbury (1866) a découpé le genre *Scilla*, d'après le nombre des ovules, en une multitude de genres qui peuvent presque aussi bien se défendre que la classification de Baker (1870 et 1872). Ce dernier, spécialiste des Liliacées et parrain de la plupart des espèces nouvellement découvertes dans le Sud africain, ne conserve plus qu'un genre unique en trois sections fondées sur les caractères du périanthe. Parmi les autres grands genres, certains auteurs ne conservent que *Hyacinthus*, là où d'autres voient des *Bellevalia*, *Muscari*, *Leopoldia*, *Hyacinthella*. C'est encore *Orni-*

thogalum qui devient synonyme de cinq ou six genres différents selon la flore que l'on consulte.

Il ne semble y avoir aucune bonne raison pour décider si la coalescence des segments du périanthe en un tube plus ou moins long est plus importante que la coalescence plus ou moins prolongée des filets des étamines avec le périanthe ; ou si le nombre des ovules dans chaque loge, variable de 1 à n , a plus de valeur que le nombre des bractées, à la base des pédicelles. M^{me} V.-C. Gatin (1920), à propos de l'ensemble des Liliacées, avait esquissé un tableau des affinités d'après l'anatomie des pédicelles floraux. Je serai amené plus loin à discuter certaines de ses conclusions.

Selon la prééminence donnée à tel de ces caractères, les limites génériques changent ou même s'intervertissent.

Il semble, d'ailleurs, que l'on n'avait guère cherché, en dehors de ces minimes caractères de la fleur ou de ses annexes, des critères plus certains de l'affinité parmi les Scillées.

INSUFFISANCE DES CONNAISSANCES DE MORPHOLOGIE SYSTÉMATIQUE ET D'ANATOMIE PARMI LES SCILLÉES. — Leur appareil végétatif a été pourtant souvent décrit par les anatomistes ou les biologistes, et, néanmoins, je ne crois pas qu'aucun ait remarqué l'extrême diversité qu'il présente, ni l'intérêt de cette diversité.

Ainsi Du Petit-Thouars (1808) ou plus tard G. Klebs (1884), faisant une classification des plantules des monocotylédones, n'en tirent pas avantage pour la systématique. De nombreux auteurs modernes ont figuré des plantules, mais dans un tout autre dessein (1).

Pour les bulbes, Thilo Irmisch (1850) (2) avait décrit très exactement la morphologie et figuré quelques espèces de Scillées. Mais je ne crois pas que les grands travaux sur la structure des monocotylédones (3) ou les mémoires ré-

(1) Cf. M. C. Chauveaud (1902-23), Eth. Sargent (1903), Hill (1906), A. Chiarugi (1924), Messeri (1925), M. P. Bugnon (1922-23), Mrs. A. Arber (1925), etc.

(2) Voir aussi de Tristan (1823), K. Koch (1849), puis Germain de Saint-Pierre (1869-1872), P. Duchartre (1872-1875), Ch. Royer (1881), etc.

(3) Cf. Desfontaines (1803), Mirbel (1809), H. Mohl (1831), Meneghini (1836), Gaudichaud (1841), Karsten (1847), Schacht (1852), Nägeli (1858), Schleiden

cents (1) aient apporté à la connaissance anatomique des bulbes en général, et encore moins des bulbes des Scillées, toute la précision désirable.

Il n'est donc pas étonnant que l'appareil végétatif des Scillées n'ait encore fourni aucun appoint à leur classification. Les floristes, même parmi les meilleurs, écrivent toujours « bulbe tunique » ou « bulbe écailleux » sans plus de détails, et d'ordinaire avec erreur sur le sens de ces simples mots. Presque seul Ch. Royer (1881), dans sa remarquable *Flore de la Côte-d'Or*, montre la variété des organes souterrains et l'aide qu'ils apportent à la reconnaissance des plantes, mais il se borne à la morphologie externe sans l'aide du microscope.

POSITION DES BIOLOGISTES ET DES PHYSIOLOGISTES. — La connaissance de la biologie et de la physiologie des Scillées est encore plus incomplète. Ainsi : telle espèce, mais elle seule, comme *Endymion nutans* Dum., est très fidèlement décrite et suivie par M. T. Woodhead (1904) ; tels auteurs parlent bien, accidentellement à propos des Scillées, de la Loi de niveau, des racines tractrices, de la production des caïeux (2), mais sans remarquer qu'il y a là autant de modalités permettant une classification biologique des Scillées.

La nature et les migrations des réserves chez les Scillées ont encore moins retenu l'attention. Si M. Leclerc du Sablon (1898) a bien donné quelques tableaux concernant la Jacinthe d'Orient, si J. Parkin (1900), puis M. le chanoine H. Colin (avec H. Belval, 1923) ont bien montré qu'il s'agissait là de lévulolosanes visqueuses, si dans les travaux de M. H. Colin et de ses élèves on voit bien apparaître pour une série de monocotylédones (Iris : A. Augem, 1928 ; Graminées : de Cugnac, 1930) l'idée d'une spécificité chimique,

(1861), Sanio (1863), Millardet (1865), Ph. Van Tieghem (1866-71), P. Falkenberg (1876), de Bary (1877), A. Guillaud (1878), M. L. Mangin (1882), C. Quéva (1899), A. Rimbach (1895-1902), E. Sargant (1903), Mrs. Agn. Arber (1925), M. P. Bugnon (1921-23), etc.

(1) Cf. Marg. B. Church (1919), M. A. H. Blaauw, (1920-27), Marth. C. Versluys (1925), etc.

(2) Cf. Tittmann (1819), Th. Irnisch (1850-1863), Germain de Saint-Pierre (1855-1872), M. H. Devaux (1890), A. Rimbach (1895-1902), Miss A. Robertson (Arber) (1909), A. Chiarugi (1924), M. Gravis (195), etc.

nulle part la connaissance systématique des Scillées ne profite de ces recherches. On ne voit pas davantage, à leur sujet, développer l'idée de corrélation entre les diverses phases du développement de l'appareil végétatif.

§ 3. — Plan du présent travail.

ORIGINE ET DIRECTION DE MES RECHERCHES. — J'avais commencé à m'intéresser aux plantes bulbeuses sous la direction de M. le chanoine H. Colin, à qui je dois une particulière reconnaissance. En manipulant, pour en étudier les principes hydrocarbonés, un grand nombre de bulbes prélevés dans les localités qui m'étaient le plus accessibles (*Scilla bifolia* L. et *Endymion nutans* Dum. à Melun, *S. autumnalis* L. près de Nemours), je me suis aperçu de la grande diversité de leur aspect et de leur structure. Puis j'ai noté les différences considérables entre les plantules, et de là est né un mémoire publié en 1926, où j'utilisais le caractère de la germination pour esquisser une contribution à la taxinomie des Scillées.

Depuis lors, en suivant à chaque instant dans la nature l'évolution des plantes bulbeuses, en complétant mes observations par des dissections nombreuses, des coupes anatomiques, des expériences de régénération, des mesures pondérales, j'ai acquis la conviction que *l'ensemble du développement de l'appareil végétatif des Scillées forme un tout inséparable, qu'il est caractéristique de chaque espèce, que les développements des diverses espèces se groupent en types bien distincts, répondant à des affinités bien plus profondes que les rapprochements tirés d'un seul et minime caractère floral.*

TECHNIQUES. — Au cours de mes recherches, je n'ai employé aucune technique compliquée : l'observation sur place, des dissections à la main, sous l'œil nu ou la loupe binoculaire des pesées directes à la balance avant ou après dessiccation, des cultures en jardin ou au laboratoire, en forment le fond principal.

Pour les observations microscopiques, après des essais multiples, j'ai obtenu les meilleurs résultats par la technique la

plus simple, qui est la suivante : les pièces sont fixées au liquide de Bouin demi-alcoolique (1), conservées dans l'alcool fort, très longuement déshydratées puis imprégnées de toluène, durant plusieurs jours ou même semaines s'il s'agit de gros fragments de bulbes. Par contre, l'inclusion à la paraffine doit toujours être très courte : une demi-heure en moyenne dans la paraffine-toluène, dix à quinze minutes dans la paraffine chaude, à peine davantage pour les grosses pièces. Les objets inclus sont débités en coupes de 5 μ d'épaisseur en général, collées à l'albumine, déparaffinées et colorées pendant deux ou trois jours au carmin-vert d'iode (2) en mélange, enfin montées au baume. La lignine, la subérine et la cellulose sont colorées de façons très différentes et caractéristiques. L'amidon apparaît en grains incolores réfringents, et les noyaux sont presque toujours bien colorés, au repos comme dans leurs mitoses, souvent aussi bien que par les meilleurs procédés à l'hématoxiline.

DIVISION DE L'EXPOSÉ. — J'ai divisé mon exposé en trois parties correspondant aux divers aspects du développement des Scillées.

La première partie est consacrée aux *plantules*. Je décris et définis le type épigé de *Scilla bifolia* L. (ch. I), puis le type hypogé d'*Endymion nutans* Dum. (ch. II), enfin les divers types qui se rattachent aux précédents (ch. III). Dans chaque cas, il existe une analogie entre les parties de la plantule et les pièces foliaires du bulbe adulte.

La deuxième partie est consacrée à la morphologie et à l'anatomie des *bulbes*. Après avoir précisé la structure générale et la terminologie des bulbes des Scillées (ch. I), j'examine les divers types de bulbes fondés principalement sur la composition de leurs cycles foliaires et se rangeant les uns dans la catégorie des bulbes à renouvellement annuel total (ch. II), les autres dans la catégorie des bulbes à renouvellement pro-

(1) Bouin demi-alcoolique : alcool à 96° saturé d'acide picrique, et eau saturée d'acide picrique : à 500 centimètres cubes ; acide acétique glacial : 40 centimètres cubes ; formol du commerce : 50 centimètres cubes.

(2) Carmin aluné de Grenacher, formule du manuel de Dop et Gautié : 5 parties ; vert d'iode acétique : 1 partie.

gressif plurannuel (ch. III). Les types de bulbes ainsi définis correspondent non seulement à un aspect statique de la structure, mais à toute leur évolution annuelle.

La troisième partie est consacrée à certaines *particularités de la croissance* des bulbes. Les modalités du bourgeonnement (ch. I), les modalités de la régénération (ch. II) me donnent déjà deux manières de définir des groupes. La mesure des poids de la série des écailles pesées une à une (ch. III) me fournit un caractère résultant de la croissance ; je le traduis par des courbes dont l'allure est particulière à chaque espèce et qui se rassemblent en un petit nombre de types bien définis.

En rapprochant, dans le *résumé*, les faits décrits dans les trois premières parties, je constate que les mêmes espèces se sont toujours trouvées groupées ensemble, sous quelque aspect qu'on les envisage ; ou bien, ce qui revient au même, qu'à chaque type de plantule correspond un type de bulbe et un type de répartition pondérale. *En conséquence*, je conclus en définissant des *types de développement* portant sur tout l'appareil végétatif, et j'en montre la signification. Pour une part, il s'agit d'un phénomène de convergence quand nous voyons deux plantes manifestement très différentes (comme une Amaryllidée et une Liliacée) appartenir au même type. Mais, quand il s'agit de plantes voisines, appartenant à la même tribu, même si elles ont été un peu éloignées les unes des autres par les systématiciens, il convient d'y voir la preuve d'une réelle affinité qu'il faut traduire dans la *classification*. J'en fais l'application en remaniant le groupement des espèces du genre *Scilla*, puis en montrant la valeur générale de la méthode par application sommaire au cas des *Hyacinthus*. Enfin je trouve dans les données de la répartition géographique des espèces une confirmation des nouvelles subdivisions systématiques que je propose.

En résumé, après avoir apporté quelques précisions dans l'étude de l'appareil végétatif des Scillées, principalement dans les types de plantules, la structure et la composition des bulbes, la répartition des poids entre leurs écailles, je suis conduit à employer un nouveau critérium de classification fondé sur les

types de développement de l'appareil végétatif. Sans se substituer à la méthode par les caractères tirés de l'appareil reproducteur, toujours prépondérante pour la définition des familles et des ordres, le procédé que j'emploie paraît au contraire, dans le groupe de *Scilla* (L.) Bak, donner les meilleurs caractères pour la définition des genres et leur subdivision en sous-genres. Je crois d'ailleurs qu'il est susceptible d'un emploi plus général, dont je donne quelques essais sur des genres voisins parmi les Scillées.

PREMIÈRE PARTIE

TYPES DE PLANTULES DES SCILLÉES

La germination des Scillées se fait selon deux modes principaux aussi différents que possible : *Scilla bifolia* L. germe avec un cotylédon épigé assimilateur ; *Endymion nutans* Dum. (*Scilla festalis* Salisb.) germe avec un cotylédon hypogé et une feuille assimilatrice. L'existence de plantules très diverses parmi les monocotylédones, même les Liliacées, était connue déjà, mais des différences aussi considérables dans un même groupe n'avaient point été remarquées. Cette observation fut à l'origine de mon travail de 1926.

Il y a deux modes principaux, je les étudierai d'abord. Puis j'examinerai leurs diverses modalités secondaires et la répartition des espèces parmi ces types de germination.

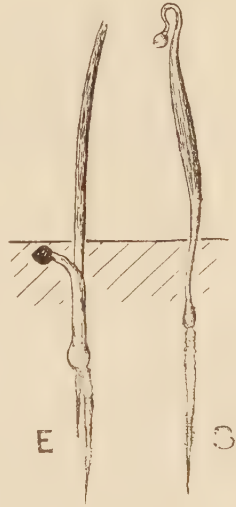


Fig. 1.

Les deux principaux types de plantules de Scillées : E, plantule d'*Endymion nutans* Dum., à cotylédon hypogé longuement engainant ; S, plantule de *Scilla bifolia* L., à cotylédon épigé très courtement engainant.

CHAPITRE PREMIER

TYPE ÉPIGÉ : « *SCILLA BIFOLIA* » L.

Scilla bifolia L. est un excellent exemple du type épigé. Il correspond à peu près au type 5 de G. Klebs (1884), ainsi défini :

« *Type 5.* — Racine principale de la plantule à croissance ordinairement active ; cotylédon allongé, filiforme, soulevé au-dessus du sol, comme une première feuille, après avoir digéré l'albumen (1). »

§ 1. — Morphologie de la germination de « *Scilla bifolia* » L.

GRAINE. — La graine, mûre en fin mai environ, est ronde, couverte d'un tégument brun clair. Elle renferme un albumen corné, assez semblable à celui de la Datte, formé de files rayonnantes de cellules gorgées d'aleurone avec des parois très épaisses et perforées. Ces parois sont une sorte de corrozo riche en mannanes. La couche moyenne des parois est une fine lame de matières pectiques. Au milieu de la graine est l'embryon, petit, grossièrement cylindrique, ovoïde, droit, le pôle radiculaire appliqué vers le micropyle.

EMBRYON. — L'embryon est formé par une masse homogène et compacte de petites cellules à gros noyaux. Une fente imperceptible, peu au-dessus du pôle micropylaire, fait communiquer virtuellement avec l'extérieur la cavité de la gemmule. Cette cavité, pratiquement close, est le terme de l'invagination superficielle qui a été à l'origine du point végétatif

(1) « *Typus 5.* — Hauptwurzel bei der Keimung weist lebhaft wachsend. Kotyledon lang, fadenförmig, nach aufsaugung des Endosperms als erstes Laubblatt über die Erde tretend. »

principal (1). La gemmule est une masse extrêmement petite, enfermée dans sa cavité. En dessous, l'hypocotyle est à peu près indistinct de la future racicule. En dessus, la masse des tissus représente le cotylédon.

GERMINATION. — La germination est très longue; deux à trois mois en serre froide. Dans la nature, les graines ne germent pas durant la sécheresse de l'été. L'automne les met en train, mais l'hiver les ralentit, et ce n'est qu'à l'approche de la floraison des plantes mères, vers février ou mars, qu'elles sortent de la graine.

COTYLÉDON. — *Toute la croissance se passe d'abord dans la zone cotylédonaire située largement au-dessus de la gemmule.* Un cylindre plein, contourné, sort ainsi de la graine, portant à l'extrémité la gemmule et le pôle radiculaire qui s'enfoncent en terre. La croissance continuant sans arrêt, le cylindre cotylédonaire, plein à cette époque, sauf l'étroite cavité gemmulaire à peine agrandie, s'allonge beaucoup. Prenant appui sur le sol, il s'élève en l'air et atteindra 5 à 10 centimètres, emmenant la graine à son extrémité d'ordinaire recourbée. Dès qu'il a écarté les feuilles mortes du sous-bois, le cotylédon verdit. Il se renfle dans sa partie moyenne, dont l'axe se transforme en une longue cavité lacuneuse; il reste plein sous la graine et au-dessus de la gemmule.

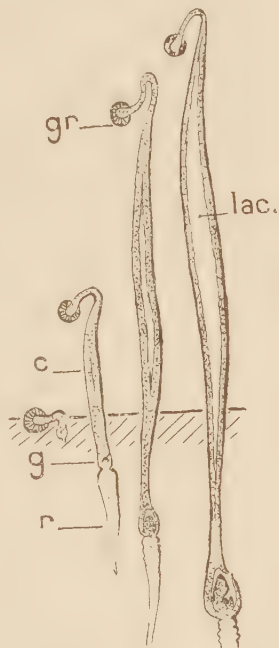


Fig. 2. — Coupes longitudinales grandeur naturelle, dans des plantules de *Scilla bifolia* L. à divers stades de développement.—gr, graine; g, gemmule; r, radicule; c, cotylédon; lac., lacune du cotylédon. — On remarquera que la cavité du cotylédon qui contient la gemmule ne subit presque aucun allongement.

RADICULE. — Dans le même temps, la racicule s'accroît.

(1) Cf. Ad. de Jussieu, 1839.

Elle commence à se développer très peu après la sortie de la graine. En terre, elle s'allonge beaucoup : sa pointe est très effilée, tandis que sa base se renfle notablement et devient sensiblement plus large que l'hypocotyle. La radicule atteint jusqu'à 3 à 8 centimètres de long, puis elle se contracte et se raccourcit ; la gemmule se trouve ainsi peu à peu assez profondément enterrée.

GEMMULE. — Le point végétatif gemmulaire reste d'abord à peu près inerte. Cependant, quand le cotylédon verdit, le point végétatif commence à évoluer : il grossit en même temps que s'agrandit la cavité cotylédonaire qui l'enclôt. La paroi de la cavité se tubérise légèrement. Mais c'est surtout la masse des tissus produits par la gemmule qui se tubérise. Le point végétatif se fragmente en lobes appendiculaires représentant autant d'écailles. Elles sont deux ou trois, étroitement emboîtées, qui ne s'allongent pas plus qu'elles ne se dilatent.

JEUNE BULBE. — A la fin de la première période de végétation, c'est-à-dire vers la mi-mai, la graine vidée et flasque est déjà tombée. Le cotylédon se flétrit et s'affaisse. Il disparaît complètement, sauf la partie correspondant aux parois de la cavité qui renferme la gemmule. La radicule persiste assez longtemps encore. Rarement (2 p. 100 des cas environ) une première racine adventive est apparue. A la fin de juin, les racines auront tout à fait disparu. Il ne reste que l'ancienne gemmule, renflée, tubérisée, devenue un petit bulbe blanc d'ivoire, ovoïde, enfermée dans la base tubérisée du cotylédon, que la première écaille soulève à peine au niveau de la fente initiale légèrement saillante.

Résumé de la morphologie de la plantule de « Scilla bifolia » L. — Les traits essentiels de la germination sont les suivants :

Cotylédon épigé, vert, lacuneux, brièvement engainant à la base, qui est tubérisée. Radicule longue, tractrice, rarement accompagnée d'une racine adventive. Point végétatif produisant des écailles qui se tubérisent en un petit bulbe, mais dont aucune ne sort de la cavité engainante à l'extrême base du cotylédon *a fortiori* dont aucune ne produit le moindre limbe.

§ 2. — Anatomie de la germination de « *Scilla bifolia* » L.

L'évolution vasculaire des plantules a fait l'objet de tant de travaux qu'il serait superflu d'y revenir (1). Je vais exposer seulement ce qui est le plus caractéristique de l'espèce *Scilla bifolia* L.

COTYLÉDON. — Les traces vasculaires du cotylédon apparaissent les premières de très bonne heure, sous forme de files de cellules plus étroites et plus longues parmi le parenchyme en active division. Il y a deux premiers faisceaux qui parcourent le cotylédon sur toute sa longueur. Deux autres, puis un cinquième et le plus souvent un sixième plus petits le parcourent à peine plus tard, mais seulement de la base jusqu'au recourbement qui précède la graine.

Une lacune considérable occupe chez la plantule bien développée tout le centre du cotylédon, depuis quelques millimètres au-dessus de la gemmule jusqu'au recourbement supérieur. Les pôles ligneux des faisceaux font saillie dans la lacune. Tout autour, il y a sous l'épiderme quelques assises de parenchyme chlorophyllien à très grandes cellules un peu allongées, grossièrement radiales.

Au contraire, le parenchyme de la base courtement engainante du cotylédon prend très tôt tous les caractères d'un tissu tubérisé garni d'amidon.

RADICULE. — La radicule prolonge le cotylédon par la base. Elle est tétrarche, à quatre pôles ligneux disposés autour d'un plus gros vaisseau central. Son parenchyme cortical présente deux assises principales : une assise externe de cellules petites, bientôt flétries, et une assise interne de cellules rayonnantes très grandes, diminuant de dimension vers le centre. Cette structure est en rapport avec le raccourcissement (Cf. M. Gravis, 1925).

GEMMULE. — La cavité de la base du cotylédon enclôt la gemmule. Elle s'ouvre à l'extérieur par un pore longitudinal

(1) Voir p. 137, note 1.

à parois appliquées l'une contre l'autre, reconnaissable à l'accolement des deux épidermes un peu saillants en dehors. La gemmule est très petite : c'est une demi-sphère formée de quelques cellules petites à très gros noyaux, qui se divi-

sent dans tous les sens. Sa caractéristique est de produire des pièces foliaires où la phase de tubérisation accompagne immédiatement la croissance. L'amiidon apparaît déjà dans les méristèmes.

La première écaille formée se ferme très tôt en tunique et engaine complètement la seconde beaucoup plus petite. La première écaille, à la fin de la germination, est à peine plus longue que large. Elle occupe toute la cavité cotylédonaire qui a grandi avec elle. Très tôt elle présente une trace vasculaire, suivie de deux traces symétriques latérales.

§ 3. — Particularités de la plantule de «*Scilla bifolia*» L.

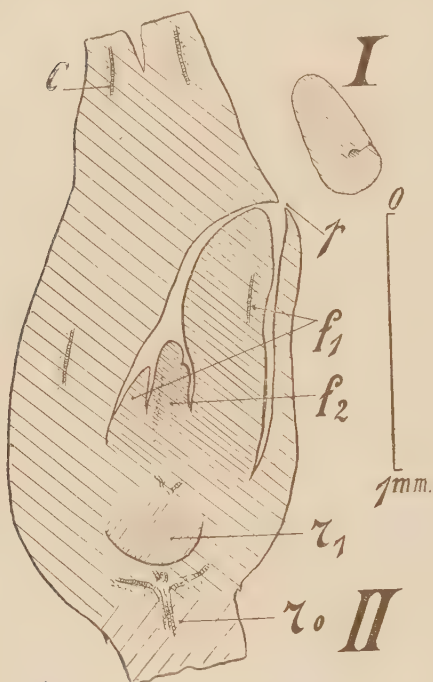


Fig. 3. — Plantule de *Scilla bifolia* L. — I, Coupe de l'embryon prélevé dans la graine mûre. — II, coupe axiale de la plantule, prélevée dans les stations naturelles (Livry-sur-Seine), au 8 mars 1926 ; *c*, cotylédon, avec vaisseaux et partie inférieure de la lacune ; *p*, pore cotylédonaire ; *f*₁, première écaille ; *f*₂, deuxième écaille se séparant de l'apex axial ; *r*₀, radicule ; *r*₁, racine adventive à l'état d'ébauche méristématique.

RADICULE. — La radicule tractrice est extrêmement active ; elle enfonce le jeune bulbe à plus de 3 ou 5 centimètres dans le sol au cours du printemps.

NUTRITION. — Durant la germination, les réserves de la graine servent d'abord à la croissance du cotylédon ; puis, quand la graine est presque épuisée, le cotylédon vert alimente à son tour la tubérisation du jeune bulbe. Al'obscu-

rité, la tubérisation finit quand même par se produire aux dépens des tissus du cotylédon étiolé, mais le jeune bulbe est alors minuscule. Dès le début, même à l'obscurité, le cotylédon accumule un peu d'amidon formé avec les substances délivrées par la graine.

ANALOGIE DU COTYLÉDON AVEC UNE FEUILLE ORDINAIRE.

— Le cotylédon a tout à fait l'aspect d'une jeune feuille on confond très aisément les plantules avec les jeunes bulbes d'un ou deux ans pourvus d'une seule feuille cylindrique.

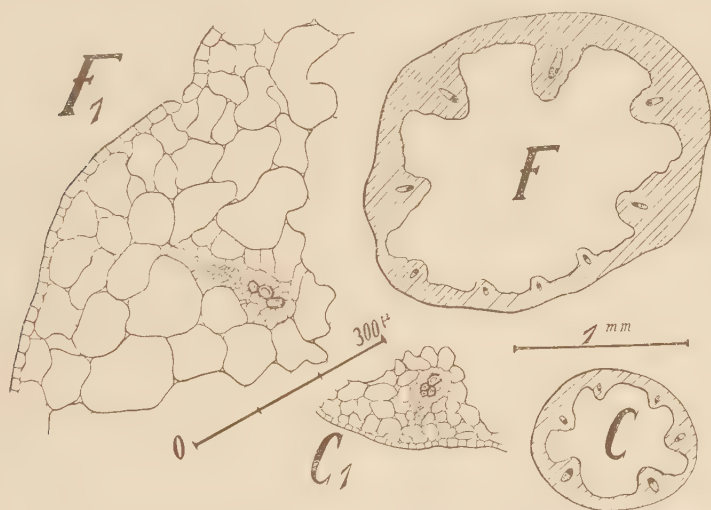


Fig. 4. — Comparaison de la feuille (F) d'un jeune bulbe d'un an et de sa structure (F₁), avec le cotylédon (C) et sa structure (C₁), chez *Scilla bifolia* L.

Cette comparaison est importante. Il y a non seulement réelle analogie dans la structure des parenchymes du cotylédon et de la feuille, mais encore identité de fonction et de teneur en eau (900 à 1 100 p. 100 de la matière sèche). La vitalité est du même ordre pour les deux organes. Comme la feuille, le cotylédon est très fragile; il pourrit ou s'autolyse en deux ou trois jours dès qu'on les sépare de la gemmule. La forme cylindrique avec grande lacune centrale est exactement répétée par les jeunes feuilles des premières années. Elles sont, comme le cotylédon, engainantes à la base en une courte tunique tubérisée.

Au contraire, les écailles courtes et tubérisées de la gemmule sont analogues aux écailles sans limbe des bulbes adultes.

RÉSUMÉ D'ENSEMBLE DES TRAITS CARACTÉRISTIQUES DE LA GERMINATION DE «*SCILLA BIFOLIA*» L. — La plantule est caractérisée par un cotylédon assimilateur et par une gemmule tubérisée, sans limbe.

Le cotylédon épigé, vert, multinervé, lacuneux, a tous les attributs d'une jeune feuille. Il résulte de la croissance des tissus situés au-dessus du pore embryonnaire, tandis que les tissus situés en dessous de ce pore n'ont donné qu'une tunique tubérisée courte.

La gemmule ne produit que des écailles courtes et tubérisées, restant encloses dans la cavité de base du cotylédon.

La plantule germe très lentement, puis le cotylédon croît très vite, tandis que la gemmule est activement enfoncée dans le sol par une vigoureuse radicule.

CHAPITRE II

TYPE HYPOGÉ : « ENDYMION NUTANS » Dum.

Endymion nutans Dum. est un bon exemple du mode de germination le plus différent du précédent, le type hypogé. C'est à peu près le type 1 de G. Klebs ainsi défini :

« *Type 1.* — Racine principale sortant la première, le plus souvent à croissance active. Cotylédon demeurant avec un bout fiché dans la graine, l'autre sortant dehors et formant une gaine relativement courte (1). »

Cette expression « relativement courte » est fâcheuse, car certaines plantules hypogées ont une gaine très longue, d'autres une gaine très courte, et appartiennent, comme je le dirai au chapitre III, à des types différents. Il ne s'agit ici que de plantules à gaines longues.

§1.—Morphologie de la germination d'«*Endymion nutans*» Dum.

GRAINE. — La graine, mûre en juin, est ronde ou à peine anguleuse, revêtue d'un tégument noir, luisant. Son albumen, à quelques différences de grandeur et de forme cellulaire près, est identique à celui de toutes les graines de Scillées.

EMBRYON. — L'embryon occupe la même situation que dans la graine de *Scilla bifolia* L. Il n'en diffère vraiment que par les plus grandes dimensions de la masse de la gemmule, qui occupe une cavité plus grande.

GERMINATION. — La graine est très longue à germer, trois

(1) « *Typus 1.* — Hauptwurzel zuerst hervortretend, meist lebhaft wachsend. Kotyledon bleibt mit dem einen Ende im Samen stecken, tritt mit dem andern heraus, und bildet eine verhältnismäßige kurze Scheide. »

mois environ. A partir de janvier, on commence à trouver aux localités peuplées de Jacinthes une abondance de graines d'où sort la plantule comme un cylindre blanc plus ou moins vermiculé, s'enfonçant en terre de 1 à 2 centimètres. La graine reste sur le sol ou à quelques millimètres sous les débris de

feuilles mortes qui la recouvraient; elle n'est jamais soulevée. La germination est donc hypogée. Mais un organe vert va bientôt sortir du sol : ce ne sera pas le cotylédon, mais la première feuille très précocement développée.

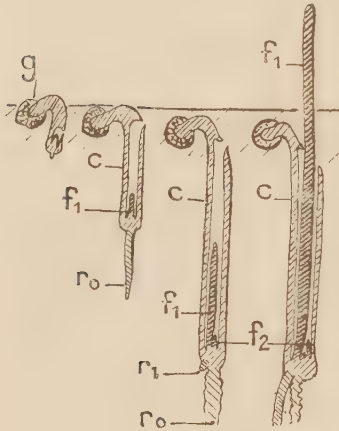


Fig. 5. — Coupes longitudinales, à peine agrandies, dans des plantules d'*Endymion nutans* Dum. à divers stades de développement. — g, graine; c, tube cotylédonaire; f₁, première feuille; f₂, ébauche de la deuxième pièce foliaire; r₀, radicule; r₁, racine adventive. — On remarquera l'allongement précoce de la cavité cotylédonaire, qui est ensuite dépassé par l'allongement plus tardif mais plus actif de la première feuille.

COTYLÉDON. — Le cotylédon reste blanc et entièrement souterrain. Il a environ 2 à 3 centimètres de long. La cavité qui contenait la gemmule s'allonge en même temps que le cotylédon, formant une longue gaine mince et laissant le pore d'invagination au sommet de cette cavité engainante. Le pore reste ainsi très proche de la graine.

PREMIÈRE FEUILLE. — C'est par le pore embryonnaire que sort, comme d'un fourreau, la première feuille. Elle verdit et s'élève à 5-10 centimètres. Elle est linéaire, obtuse.

RADICULE ET RACINES ADVENTIVES. — La radicule s'est développée très tôt, dès la sortie de la graine. Elle s'enfonce dans le sol, mais prend rarement un grand développement restant souvent mince et filiforme. Elle donne des signes de dépérissement précoce vers le mois de mars environ. Mais déjà la première racine adventive a paru. Elle est beaucoup plus vigoureuse, effilée à l'extrémité, renflée-dauciforme à la base, bientôt annelée, contractile et tractrice. Elle enfonce la

plantule, et avec elle la graine elle-même, dans le sol meuble. Très rarement une deuxième racine adventive paraît.

GEMMULE. — La gemmule s'est développée avec un certain retard sur le cotylédon, mais bientôt elle fournit la première feuille qui dépasse largement en vitesse l'allongement de la gaine cotylédonaire et ne tarde pas à en sortir par le pore embryonnaire, à gagner l'air et la lumière. Les pièces appendiculaires suivantes apparaissent également, mais ne développent aucun limbe et restent à l'état d'ébauches extrêmement courtes.

JEUNE BULBE. — En fin mai ou début de juin, la feuille assimilatrice commence à se flétrir ; la gaine cotylédonaire est également en disparition. La graine vide n'adhère plus à la partie sucoir du cotylédon. La plantule est vigoureusement enfoncée dans le sol par sa deuxième racine, prête elle-même à disparaître bientôt. La base de la gaine cotylédonaire s'est tubérisée, mais peu, et reste à l'état d'une fine tunique très mince. Elle entoure la base de la première feuille, qui est très fortement tubérisée au contraire. La base foliaire est circulaire et forme une tunique très épaisse, ventrue, d'un blanc nacré, à peine fendue en haut et de côté d'un orifice où se montre juste la pointe de la deuxième écaille. L'ensemble du jeune bulbe, qui peut atteindre 4 millimètres de diamètre, est subsphérique, ou allongé en cylindre étiré par la traction de la racine.

Résumé de la morphologie de la plantule d'« Endymion nutans » Dum. — La morphologie de cette plantule est donc caractérisée par son cotylédon blanc, hypogé, formant une gaine mince bien plus longue que la région qui doit se tubériser, et par une première feuille linéaire, verte et assimilatrice. Une première racine adventive précoce supplée la radicule assez fugace et joue le principal rôle pour l'enfoncement dans le sol. Le jeune bulbe est translucide, enveloppé de la fine gaine cotylédonaire et formé principalement du renflement de base de la première feuille.

§ 2. — **Anatomie de la germination d'«*Endymion nutans*» Dum.**

La structure de la plantule d'*Endymion* diffère en plusieurs points de celle de *Scilla bifolia* L.

EMBRYON. — L'embryon montre déjà des traces vasculaires dans le cotylédon. Les tissus de cet organe sont déjà à l'état de parenchyme plutôt que de méristème. La gemmule, toute de méristème, est plus grosse.

COTYLÉDON. — La zone de croissance du cotylédon est basilaire, autour de la gemmule, au lieu d'être au-dessus de la gemmule, de sorte que c'est la cavité occupée par la gemmule qui s'allonge et prend la forme d'un tube de 2 centimètres environ, tandis que la zone située au-dessus reste pleine, s'allonge à peine de quelques millimètres et n'éloigne guère la graine du pore embryonnaire.

La vascularisation se compose de deux traces vasculaires dorsales, qui gagnent vers la graine et vers la racine. Vers la graine, elles se rapprochent et deviennent contiguës au-dessus du tube cotylédonaire, puis s'écartent dans la partie sucoir. Vers la racine, dans l'hypocotyle elles se rapprochent et se coudent à angle droit pour gagner l'axe de la base de la radicule, sous la gemmule.

Aucune vascularisation supplémentaire n'apparaît dans le cotylédon.

La gaine cotylédonaire est de parenchyme lâche, à cellules allongées, avec méats, sans amidon, revêtue aux deux faces d'un épiderme, avec quelques stomates à l'extérieur. Le parenchyme est extrêmement mince, surtout à la face ventrale, où il n'a qu'une ou deux couches de cellules ; il est fugace et disparaît assez vite, ne laissant que des débris cellulaires entre un double fourreau d'épiderme plus résistant ; à l'extrême base, le parenchyme se tubérise légèrement.

GEMMULE ET PREMIÈRE FEUILLE. — La gemmule produit des bourrelets foliaires successifs engainants. Les deuxième

et troisième bourrelets restent à l'état d'ébauches courtes et tubérisées, mais le premier bourrelet est au contraire très actif. Largement épaissi du côté dorsal, il s'allonge d'abord par des divisions cellulaires, principalement à la base, en un limbe plein, linéaire, obscurément triquètre ou présentant une face ventrale plus plane. Plus tard, le bourrelet producteur de la

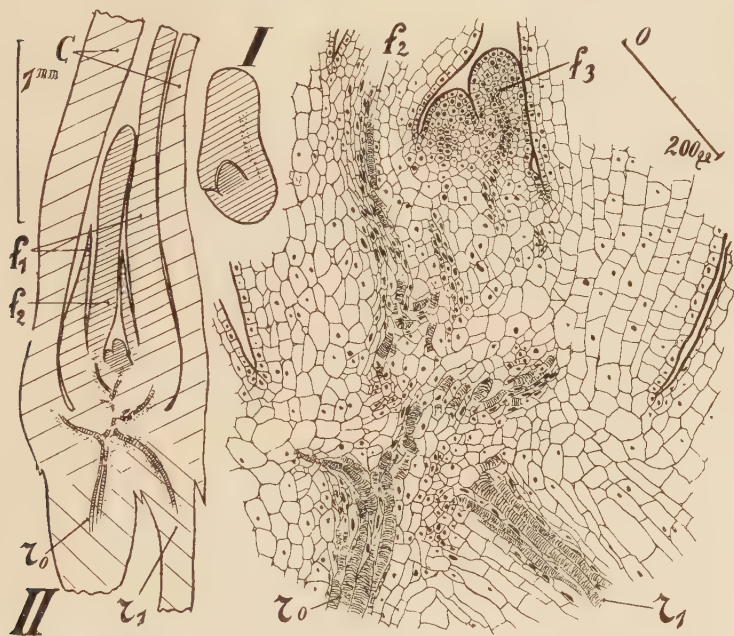


Fig. 6. — Plantule d'*Endymion nutans* Dum. — I, coupe de l'embryon prélevé dans la graine mûre. — II, Coupe axiale de la plantule au 22 mars 1927. — III, (A droite). Détail anatomique; c , cotylédon (gaine); f_1 , première pièce foliaire porteuse d'un limbe vert développé; f_2 et f_3 , pièces foliaires suivantes; r_0 , radicule; r_1 , racine adventive.

première feuille entoure complètement le point végétatif et ajoute, en dessous de la feuille, une tunique qui, au lieu de s'allonger, se tubérise.

La jeune feuille présente un faisceau principal dans son plan de symétrie, et presque aussitôt deux faisceaux symétriques latéraux. Ils sont noyés dans un parenchyme chlorophyllien très grossièrement palissadique. Durant longtemps, la jeune feuille continue à s'allonger, plus par extension cellulaire que par division cellulaire.

Le limbe foliaire se rompt par une surface de séparation

juste au-dessus de la portion tuniquee tubérisée. Il reste un petit bulbe constitué de la tunique cotylédonaire, d'une grosse tunique base de la première feuille, un peu fendue du côté ventral, et d'une ou deux ébauches foliaires plus internes, coalescentes avec la tunique. Le parenchyme tubérisé ne contient pas d'amidon.

§ 3. — Particularités de la plantule d'« *Endymion nutans* » Dum.

NUTRITION. — Le cotylédon absorbe très peu des réserves de la graine pour sa propre édification. L'active croissance de la première feuille tire à soi les aliments et empêche toute évolution plus prolongée du cotylédon. Mais, si on enlève la gemmule, la base du cotylédon garde pour elle tous les produits de la graine et finit par se tubériser largement.

Si, accidentellement, le cotylédon est exposé à la lumière, il devient à la longue un peu verdâtre, mais sans donner la moindre différenciation palissadique.

Il y a concomitance entre la mise en train du fonctionnement chlorophyllien de la première feuille et le changement de croissance de sa base, qui se met à fabriquer des tissus tubérisés au lieu de tissus palissadiques. Mais, à l'obscurité, le même changement se produirait après un temps d'allongement foliaire, et la base, qui doit se tubériser, se renflerait aux dépens des substances du cotylédon et du limbe déjà formé.

ANALOGIE DU COTYLÉDON AVEC LES GAINES DU BULBE ADULTE. — L'homologie de la première feuille avec une feuille adulte est évidente. Mais il est très important de faire remarquer l'analogie extrême du cotylédon avec des gaines précédant les feuilles chez le bulbe adulte. Les gaines n'ont pas davantage de parenchyme palissadique; elles s'allongent, d'abord plus vite que les feuilles, puis sont dépassées par elles comme il arrive pour la gaine cotylédonaire. La consistance est la même: teneur en eau extrêmement élevée: 1 000 à 1 200 d'eau p. 100 de matière sèche. La vitalité est très ré-

duite, dans les deux cas : cotylédon ou gaine isolés périssent extrêmement vite, tandis que les feuilles résistent très longtemps et sont capables même de donner d'abondantes régénérations.

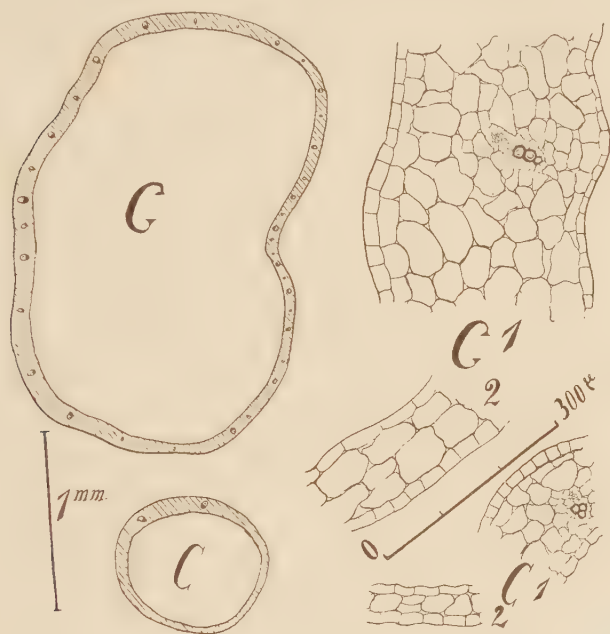


Fig. 7. — Comparaison de la gaine (G) du bulbe adulte et de sa structure (G₁ en une région relativement épaisse, G₂ en la région la plus mince) avec la gaine cotylédonaire (C) et sa structure (C₁ au dos, C₂ au niveau le plus mince).

RÉSUMÉ D'ENSEMBLE DES TRAITS CARACTÉRISTIQUES DE LA GERMINATION D'« ENDYMION NUTANS » DUM. — La plantule est caractérisée par un cotylédon hypogé longuement engainant et par une gemmule produisant une première feuille verte assimilatrice.

Le cotylédon blanc, mince, fragile, longuement engainant, a tous les attributs d'une des gaines fugaces des bulbes adultes. Il résulte principalement de la croissance des tissus situés au-dessous du pore embryonnaire. Il n'est parcouru que par deux faisceaux.

La gemmule produit la première feuille, virescente et très

développée, dont la base achève de se développer en tunique coalescente avec les pièces internes très courtes.

La plantule germe très lentement. Une première racine adventive supplée de bonne heure la radicule. Il n'y a jamais d'amidon.

CHAPITRE III

LES DIVERS TYPES DE PLANTULES DES SCILLÉES

Ayant décrit avec détails la germination de *Scilla bifolia* L. et celle d'*Endymion nuntans* Dum. comme modèles des deux types les plus opposés des plantules, il reste à préciser les variations de ces types et le groupement des espèces entre les diverses modalités.

§ 1. — Mode épigé.

Type plantule « *Scilla bifolia* » L.

MODE « *SCILLA BIFOLIA* » TYPIQUE. — 1^o Chez d'autres « *Scilla* ». — Un grand nombre d'espèces de Scillées germent assez exactement de la même manière que *Scilla bifolia* L., qui a été définie plus haut (p. 150). Certaines sont presque identiques, et il est très difficile de les distinguer. *Scilla sibirica* Andr., *S. ciliata* Bak. n'offrent aucune différence notable.

2^o Chez les « *Muscari* ». — D'autres genres ont également des plantules très voisines : les *Muscari* si nombreux de la section

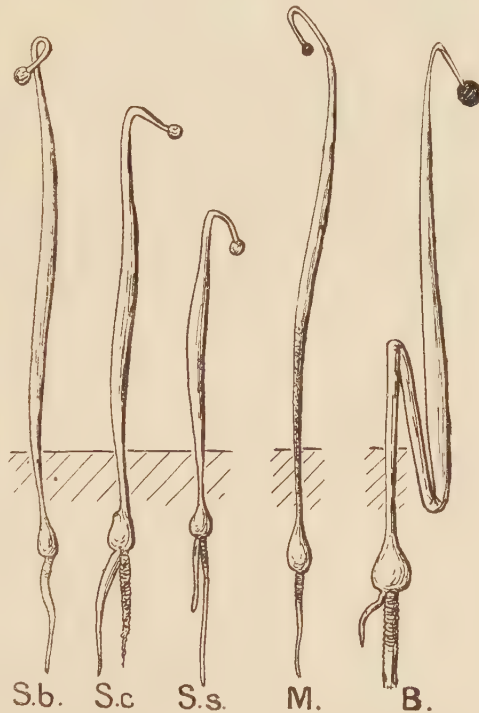


Fig. 8. — Quelques plantules du type *Scilla bifolia*. — Sb, *Scilla bifolia* L. ; Sc, *Scilla ciliata* Bak. ; Ss, *Scilla sibirica* Andr. ; M, *Muscari botryoides* Mill ; B, *Bellevia romana* Rchb. (toutes ces figures sont réduites aux 4/5 de la grandeur naturelle).

Botryanthus (Kunth) Bak. donnent des plantules extrêmement semblables entre elles : la base du cotylédon développé est teintée de rouge par de l'anthocyane ; la germination est un peu plus rapide que chez *Scilla bifolia* L. ; la vascularisation du cotylédon diffère un peu : elle est en général de quatre faisceaux. Parfois, quand les circonstances sont favorables à la continuité de la végétation, comme il arrive en serre, le premier limbe foliaire se développe avant la fin de la première année et avant que le cotylédon soit lui-même tout à fait flétri. Hormis ces différences, la germination est très semblable à celle de *S. bifolia* L.

3° Chez « *Puschkinia* » Adams. — *Puschkinia scilloides* Adams est exactement comparable en tous points, comme plantule, à *Scilla bifolia* L.

4° Chez les « *Hyacinthus* » L. — Parmi les *Hyacinthus* L., au sens large, toutes les *Bellevaia* Lap. et les *Euhyacinthus* Bak. donnent des plantules du type *Scilla bifolia* L. Elles sont souvent très grosses, très grandes (jusqu'à 20 centimètres chez *Bellevaia mauritanica* Pomel), avec une radicule tétrarche puissante souvent aidée d'une première racine adventive. Le cotylédon a le plus souvent quatre faisceaux apparemment équivalents, dont deux seulement se prolongent jusqu'à la graine, au-dessus de la grande lacune. Telles sont les plantules de *Bellevaia* (*Hyacinthus*) *romana* Rehb., *Bellevaia mauritanica* Pomel, *B. trifoliata* Kunth, *B. ciliata* Nees, *Hyacinthus orientalis* L. E. Sargent, 1903, Pl. I, fig. 5).

VARIÉTÉ A GEMMULE ALLONGÉE : « *ORNITHOGALUM PYRENAICUM* » L. — Chez certains *Ornithogalum*, la plantule diffère du type principal par la première écaille, qui, sans former de limbe, subit néanmoins un allongement plus important ; le jeune bulbe est effilé ; la première écaille entre-bâille, à 10 ou 15 millimètres au-dessus de la base, le pore de la cavité du cotylédon. La tubérisation est toujours très tardive et la germination aussi lente. Les parois de la cavité cotylédonaire, assez allongées en gaine, se tubérisent entièrement.

A cette variété appartiennent *Ornithogalum pyrenaicum* L., *O. narbonense* L., *O. arcuatum* Stev. — *Hyacinthus dalmaticus*

Bak., en est l'exagération : la première écaille, à la fin de sa croissance, fait franchement saillie hors du cotylédon, mais ne produit tout de même aucun limbe.

§ 1 bis. — Mode épigé longuement engainant à germination rapide. — Type plantule « *Scilla autumnalis*. » L.

Deux Scilles présentent des différences plus importantes dans leurs plantules : ce sont *Scilla autumnalis* L. et *S. obtusifolia* Poir. Les graines, oblongues, sont très petites, brunes. Elles germent en moins de huit jours, à 18° ou 20°, mais sont très sensibles à la température ; le froid les ralentit beaucoup, et, en serre froide, au printemps, il faut trois semaines environ. Dans la nature, ces plantes d'endroits excessivement secs peuvent profiter d'une courte période de pluie et de tiédeur pour germer, se tubériser et devenir capables de résister à une nouvelle saison sèche.

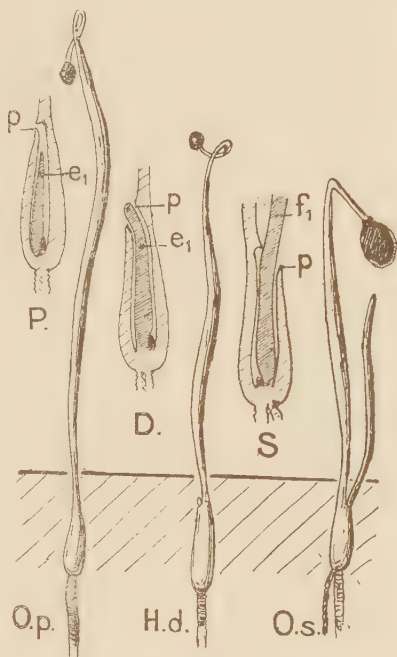


Fig. 9. — Variétés du type plantule *Scilla bifolia* : Op, plantule d'*Ornithogalum pyrenaicum* L. ; P : la gemmule et la cavité du cotylédon sont assez allongées. — H : d, *Hyacinthus dalmaticus* ; D : la gemmule est aussi allongée ou presque plus longue que la cavité cotylédonaire. — Os, *Dipcadiserotinum* Medic. : graines provenant d'Oran ; S, la gemmule pousse une feuille verte beaucoup plus longue que la cavité cotylédonaire (Type plantule 1^{er}). — p, pore de la cavité cotylédonaire ; e₁, première écaille plus ou moins allongée de la gemmule ; f₁, première écaille portant le premier limbe foliaire.

PARTICULARITÉS DE CROISSANCE DU COTYLÉDON. — La croissance de leur cotylédon rappelle par certains côtés celle d'*Endymion nutans* Dum. Il y a d'abord une première phase d'allongement au-dessus de la gemmule, comme dans le type *Scilla bifolia* L. pur, donnant la partie épigée verte du cotylédon. Puis, c'est en dessous du pore embryonnaire, au niveau de la gemmule, que se fait l'allongement. Il s'établit alors une



Fig. 10. — Coupe (un peu agrandie) dans une plantule de *Scilla autumnalis* L. à la fin de son développement (mai-juin). — *gr*, graine ; *c*, cotylédon, partie supérieure ; *p*, pore cotylédonaire ; *g*, partie engainante de la cavité cotylédonaire, plus longue que la gemmule et ne se tubérisant pas ; *t*, partie engainante inférieure, qui se tubérise ; *e*, première écaille de la gemmule ; *ra*, racine ; *r1*, première racine adventive.

véritable gaine cotylédonaire, parfois presque aussi longue que le reste du cotylédon et plus longue que la base, qui se tubérise seule.

A la fin, le cotylédon se dessèche progressivement à partir du sommet ; mais la base engainante se tubérise énergiquement presque en entier, tandis que le sommet du fourreau se dessèche et s'effiloche.

Il n'y a que quatre faisceaux cotylédonaire. La gemmule donne une première écaille allongée dans la gaine.

ANALOGIES DU COTYLÉDON AVEC UNE GAINÉ DE BULBE ADULTE. — Chez ces plantes, le cotylédon est bien plutôt l'analogue des gaines fugaces qui précèdent les feuilles, dans le bulbe adulte, que des feuilles elles-mêmes, par sa rapidité d'évolution, son engainement très long, sa destruction progressive par le haut, tandis que le bas se tubérise franchement.

La racine est suppléée par une première racine adventive ; mais celle-ci ne se détruit pas à son premier été ; elle est déjà bisannuelle, comme le seront les racines du bulbe adulte.

§ 1^{er}. — Mode épigé plus ou moins rapide avec feuilles assimilatrices. — Type plantule « *Galtonia* ».

Hyacinthus dalmaticus Bæk. nous donnait déjà l'idée d'une plantule du type *Scilla bifolia* L., dont la première feuille s'allongerait davantage. Si le phénomène se produit complètement, nous avons des plantules à cotylédon épigé, assimilateur, auquel s'ajoutent bientôt une, parfois deux ou trois feuilles, également vertes et assimilatrices.

C'est en général le cas des plantules épigées à évolution assez rapide. Dans la durée du pre-

mier cycle saisonnier, elles ont le temps de pousser une feuille ou deux avant les sécheresses.

Galtonia candicans Dcne. et *G. princeps* Dcne. (fig. in A. Arber, 1925, p. 159, fig. 9 A.-c), à graines plates à germination rapide (elle lève en huit jours), est un bon exemple de ce type. Il y a un décalage considérable entre la levée du cotylédon et la croissance de la première feuille verte, de sorte que la plantule paraît longtemps très semblable à celle d'*Ornithogalum pyrenaicum* L.

Dipcadi scrotinum Medic. (d'après des graines plates, envoyées d'Oran par M. A. Faure) germe très vite et produit des plantules très comparables. La partie engainante du cotylédon n'est d'ailleurs pas plus haute que la région qui va tubériser (Voir p. 161, fig. 9, O.s.)

Beaucoup d'espèces d'*Allium* et de *Lilium*, hors des Scillées, germent de même.

§ 2. — Mode hypogé. — Type plantule « *Endymion Nutans* » Dum.

MODE « *ENDYMION NUTANS* » TYPIQUE. — La plantule si différente d'*Endymion nutans*, décrite et définie plus haut (p. 157), est parfaitement imitée par une série de Liliiflores, même en dehors des Liliacées.

1^o Chez les *Narcisses*. — Les Narcisses que j'ai examinés (*Narcissus pseudo-Narcissus* L., *N. juncifolius* Lag.) et d'autres Narcissées : *Leucoium* L., *Galanthus* L., germent sur ce mode. La plantule jeune de Narcisse, avant tubérisation, est très difficile à distinguer de celle d'*Endymion*, avec laquelle elle se rencontre souvent : elle a de l'amidon, et la fente de la gaine cotylédonaire est transversale au lieu d'être allongée.

2^o Chez les « autres *Endymion* ». — Parmi les Scillées, la plantule d'*Endymion campanulatus* Parl. et des espèces voisines (*patulus* Dum., *cernuus* Parl.) ressemble à celle d'*E. nutans* Dum. d'une manière frappante ; la plantule est seulement plus grande, plus vigoureuse.

3^o Chez « *Hyacinthus amethystinus* » L. — J'ai été très surpris de trouver la plantule de *Hyacinthus amethystinus* L. non pas

semblable à celle de *H. orientalis* L., mais extrêmement semblable à celle d'*Endymion* (Cf. ici fig. 11, *H.a* et A. Arber, 1925, p. 159, fig. 6).

4° Chez diverses « *Scilla* ». — Chez les *Euscilla* Bak. propre-

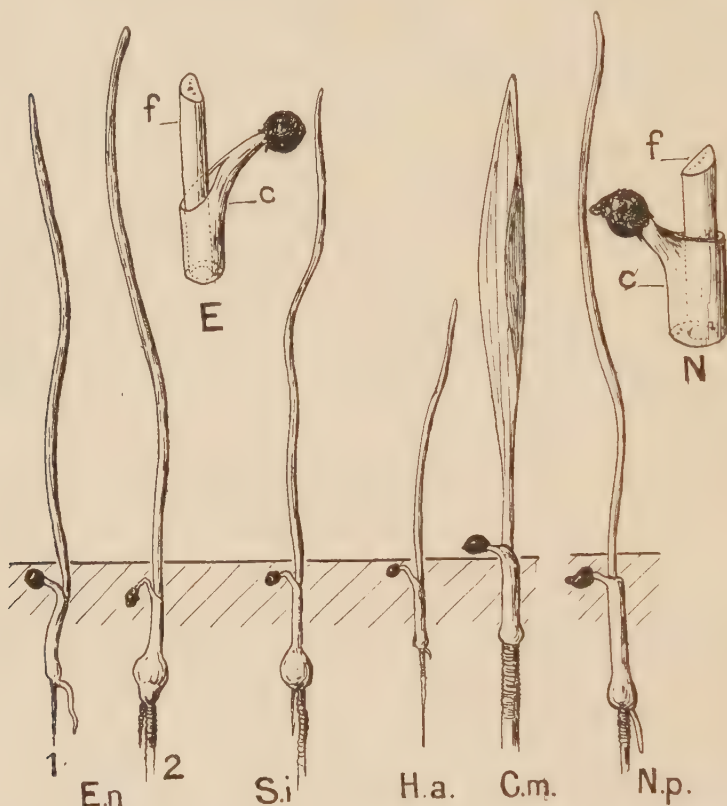


Fig. 11. — Quelques plantules du type *Endymion nutans*. — En, *Endymion nutans* Dum. ; 1, en février-mars ; 2, en fin avril ; Si, *Scilla italica* L. ; Ha, *Hyacinthus amethystinus* L. ; Cm, *Camassia montana* ; Np, *Narcissus pseudo-Narcissus* L. pour comparaison (grossiss. 4/5). — E, ouverture de la gaine cotylédonaire d'*Endymion nutans* ; f, feuille ; c, cotylédon ; N, ouverture de la gaine cotylédonaire de *Narcissus pseudo-Narcissus*.

ment dites, il existe aussi des espèces du type *Endymion* sans différences appréciables. *Scilla italica* L., par exemple, et *S. lingulata* Poir. (1) germent avec une gaine cotylédonaire

(1) Le 21 décembre 1926, à la soutenance de mon mémoire pour le diplôme d'Études supérieures, j'avais prévu le mode de germination de *Scilla lingulata* d'après un bulbe que je venais de recevoir ; c'est seulement le 16 septembre 1930 que j'ai obtenu de semis la plantule qui s'est trouvée conforme à ce que j'en attendais.

seulement un peu plus longue encore que celle de la Jacinthe des bois.

VARIÉTÉ A FEUILLES PLATES ET ÉLARGIES. — TYPE « CAMASSIA ». — Enfin, les *Camassia* ont des plantules hypogées tout à fait de même aspect qu'*Endymion*, sauf la feuille élargie en spatule, nervée de sept ou neuf faisceaux, et le cotylédon porteur de vascularisations supplémentaires en nombre variable. Cette différence correspond surtout à un type beaucoup plus vigoureux qu'*Endymion*, mais très voisin. La plus grande partie du cotylédon est hypogée, mais la graine est légèrement soulevée de terre.

Camassia Browni Hort., *C. esculenta* Lindl. et *C. montana* Hort., etc., m'ont donné de telles plantules.

§ 2 bis. — **Mode hypogé à cotylédon à gaine courte.** — Type plantules « *Scilla Lilio-Hyacinthus* » L.

Trois Scilles m'ont fourni des plantules à graine hypogée et à feuille verte assimilatrice, comme *Endymion*, mais avec un cotylédon dont la gaine extrêmement courte traduit, à l'encontre d'*Endymion*, une croissance très réduite dans la zone située en dessous du pore embryonnaire, et surtout dont la portion engainante se tubérise entièrement et n'est pas plus haute que le futur jeune bulbe.

Scilla verna Huds., *S. pratensis* Waldst. et Kit. et *S. Lilio-Hyacinthus* L. germent de cette manière. Mais chacune a des

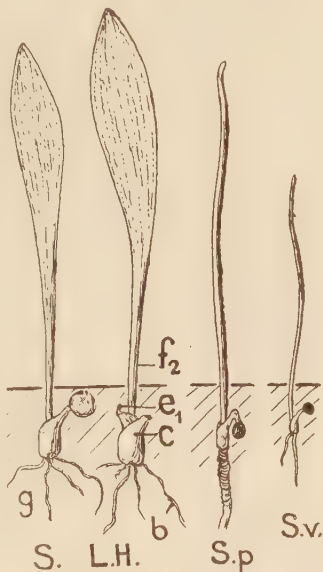


Fig. 12. — Plantules du type *Scilla Lilio-Hyacinthus*. — SLH, *Scilla Lilio-Hyacinthus* L.; g, germination en mai; b, bulbe d'un an à la même date; S.p., *Scilla pratensis* W. et K.; S.v., *Scilla verna* Huds. — On remarquera que le cotylédon C reste hypogé, court, et ne s'allonge pas en gaine mince comme dans *Endymion*. Au contraire, il se tubérise entièrement et persiste sur le jeune bulbe comme écaille externe; e₁ est la première écaille provenant de la base de la première feuille parue l'année de la germination; f₂ est la deuxième feuille poussée la deuxième année.

particularités bien distinctes. C'est surtout *S. Lilio-Hyacinthus* L. qui est remarquable par son cotylédon trapu, gros et court, avec des vascularisations supplémentaires, sa première feuille élargie en spatule, ses racines adventives nombreuses dès le début. *S. verna* Huds. ne possède apparemment qu'une nervure à son cotylédon, à cause de l'extrême rapprochement des deux faisceaux habituels, comme il arrive chez certains *Allium*.

Nous ne trouvons plus ici le cotylédon en gaine longue et mince d'*Endymion*; il est remarquable que, corrélativement, les bulbes adultes ne présentent plus, dans ces dernières espèces, les gaines fugaces observées chez *Endymion*.



Fig. 13. — MB, plantule de *Merendera Bulbocodium* Ram. pour comparaison; l, « ligule » cotylédonaire, avec trace de l'un des deux faisceaux; r_1 , racine adventive contractile ayant percé la radicule r_0 .

§ 3. — Modes hypogés divers.

Il existe, parmi les Liliacées à cotylédon souterrain non assimilateur, c'est-à-dire à germination hypogée, des types de plantules très différents du type *Endymion* et de ses variantes, ne pouvant pas s'y rapporter. Par exemple: *Allium ursinum* L. a un cotylédon hypogé, une première feuille en gaine incolore et seulement la deuxième feuille large et verte. Je n'ai pas vu d'exemple comparable chez les Scillées.

TYPE A « LIGULE » COTYLÉDONAIRE COMME CHEZ LES LILIACÉES INFÉRIEURES. — D'autres plantules sont encore hypogées, mais le cotylédon remonte vers la surface du sol en une ligule portant au plus haut le pore embryonnaire par où sort la feuille verte. La deuxième racine (première racine adventive) est précoce et perce non pas obliquement, mais presque verticalement, dans l'axe de la radicule, et la supplante bientôt par une grande activité tractrice accompagnée d'une tubérisation relative. De telles plantules sont constantes chez les Liliacées dites inférieures: Uvulariées,

Colchicacées : C. Quéva les a minutieusement décrites sur *Uvularia*, *Littonia*, *Gloriosa*.

H. Fabre (1856) avait décrit, il y a longtemps, la morphologie de la plantule de Colchique, et j'ai figuré déjà (1926) et je reproduis ici avec plus de détails celle de *Merendera Bulbocodium* Ram.

Il est tout à fait singulier que, parmi les Scillées, une espèce, au moins, présente le même mode, et avec exagération : c'est *Ornithogalum flavum* Forsk. (d'après des graines semées au Muséum, provenant du Jardin botanique de Genève). La ligule est grosse, la première feuille très grande (15 centimètres) et parfaitement triquète. La radicule est perforée par la première racine adventive, qui devient non seulement un pivot tracteur, mais un véritable organe de réserve, et retarde à son profit la tubérisation de la gemmule. La figure ci-contre fait voir les grandes lignes de la singulière évolution de cette très curieuse plantule.

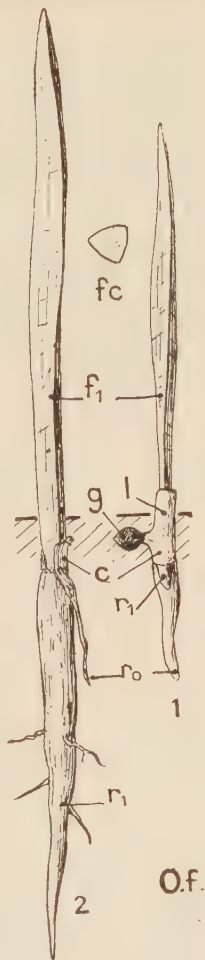


Fig. 14. — *O.f.* plantule d'*Ornithogalum flavum* Forsk. (d'après graines reçues au Muséum du Jardin botanique de Genève). — 1, stade jeune (mars-avril, après semis à l'automne). On voit la « ligule » cotylédonaire *l*, la première feuille *f*₁, la graine *g*, la courte gaine cotylédonaire *c*, la radicule *r*₀, et la première racine adventive *r*₁, par transparence, perçant la radicule ; 2, stade plus avancé (en juin) ; la racine adventive *r*₁ après un développement considérable s'est tubérisée et ramifiée ; *fc*, coupe de la feuille, qui est triquète.

TABLEAU DU CLASSEMENT DES PLANTULES DE SCILLÉES

Dans la limite des espèces que j'ai étudiées, le tableau suivant fait ressortir avec précision le groupement des plantules en types bien distincts.

✕ Cotylédon épigé, assimilateur (fig. S).



⊙ Cotylédon à partie engainante relativement courte. En général aucun développement de limbe foliaire la première année (fig. SS). Germination lente. = 1. TYPE PLANTULE *Scilla bifolia*.



✕ Jeune bulbe très court (fig. SB). (Mode *Scilla bifolia* typique.)



Scilla bifolia L., *S. sibirica* Andr., *S. ciliata* Bak., etc. *Puschkinia scilloides* Adams.

Muscari racemosum Mill., *M. neglectum* Guss., *M. botryoides* Mill., *M. Argei* Hort., *Szovitzianum* Bak., *armenicum* Leich., *Heildreichii* Boiss., *paradoxum* Koch., etc.

Bellevalia romana Rchb., *B. ciliata* Nees, *B. trifoliata* Kunth, *B. mauritanica* Pomel, etc.

Hyacinthus orientalis L.

✕ Jeunes bulbes un peu allongés (fig. OP). (Variante *Ornithogalum pyrenaicum*.)



Ornithogalum pyrenaicum L., *O. narbonense* L., *O. arcuatum* Stev.

Hyacinthus dalmaticus Bak.

⊙ Cotylédon à partie engainante relativement courte. Limbe foliaire développé en sus du cotylédon (fig. OS). Germination ordinairement assez rapide. = 1. *ter*. TYPE PLANTULE *Galtonia*.



Dipcadi serotinum Medic.

Galtonia candicans Dene.

Cf. divers *Allium*, *Lilium*, etc.



⊙ Cotylédon à partie engainante relativement longue. Aucun développement de limbe foliaire (fig. SA). Germination rapide. = 1. *bis*. TYPE PLANTULE *Scilla autumnalis*.

Scilla autumnalis L., *S. obtusifolia* Poir.

✠ Cotylédon hypogé, blanc, non assimilateur (fig. E).



♣ Gaine cotylédonaire très allongée et mince, beaucoup plus longue que la base, qui se tubérise seule (fig. EN). =

2. TYPE PLANTULE *Endymion*.



Endymion nutans Dum., *E. campanulatus* Parl., *E. patulus* Dum., etc.

Scilla italica L., *S. lingulata* Poir.

Camassia esculenta Lindl., *C. Browin* Hort., *C. montana* H., *C. Leichtlinii* W.

Hyacinthus amethystinus L.

Cf. parmi les Amaryllées *Narcissus pseudo-Narcissus* L., *N. juncifolius* Lag., etc.; *Leucoium vernum* L. et pl. sp.; *Galanthus nivalis* L.; etc.

♣ Gaine cotylédonaire très courte se tubérant entièrement (fig. SL). = 2 bis. TYPE PLANTULE *Scilla Lilio-Hyacinthus*.



Scilla Lilio-Hyacinthus L.; *S. verna* Huds.; *S. pratensis* W. et K.

✠ Cotylédon hypogé avec un prolongement en forme de ligule (mode des Colchicacées) (fig. OF).



Ornithogalum flavum Forsk.

Cf. *Colchicum autumnale* L., *Meren-dera Bulbocodium* Ram., etc.

DEUXIÈME PARTIE

STRUCTURE ET TYPES DES BULBES DES SCILLÉES

C. S. Kunth, en 1843, donnant une définition des Scilles, indique en passant : « *Scilla... bulbo tunicato* », sans autres détails, et en 1872, J. G. Baker, le monographe du genre, croit pouvoir négliger des organes considérés comme uniformes : « Il n'y a aucune différence matérielle entre les bulbes des plantes citées ici : ce sont tous des bulbes tunikés typiques (1).

Seul Ch. Royer (1881) soupçonnait l'extrême variété des organes souterrains disant, par exemple, dans sa *Flore de la Côte-d'Or* : « En se bornant à attribuer un bulbe à la souche des Liliacées, Amaryllidées, etc., les Flores ne laissent guère soupçonner tout le trésor de particularités qui se cachent sous cette vague dénomination. »

La structure des bulbes des Scillées, qui ne sont ni tous semblables ni tous tunikés, va me permettre de compléter, au point de vue morphologique, les types de développement esquissés à propos des plantules.

Je partage leur description en deux chapitres, un pour les bulbes annuels tunikés et un pour les bulbes écailleux « plurannuels » (2), qui sont les deux grandes divisions. Mais, auparavant, je vais donner rapidement la structure générale de tous ces bulbes, le plan d'organisation sur lequel se modèle l'extrême variété des types.

(1) « There is no material difference in the bulbs of all the plants here included. All are proper typical bulbs of the tunicated kind. »

(2) « Plurannuel », c'est-à-dire en plusieurs années, terme employé déjà par Royer et par d'autres auteurs dans plusieurs Flores.

CHAPITRE PREMIER

STRUCTURE GÉNÉRALE DES BULBES DE SCILLÉES

Les botanistes ont reconnu depuis longtemps dans les bulbes le *plateau*, qui est un axe court dépourvu d'entre-nœuds, et les *écailles* ou les *tuniques*, qui sont les pièces foliaires tubérisées portées par le plateau. Des organes annexes et temporaires s'y ajoutent ; les plus importants sont les racines adventives et les hampes florales.

Le disque apical de l'axe produit constamment de nouvelles pièces foliaires, qui repoussent celles qui avaient été formées précédemment, tandis que les plus externes se désagrègent. La surface supérieure du plateau est également en constante croissance, tandis que la base se détruit.

Le bulbe entier est donc en continuel renouvellement dans les deux directions de croissance : renouvellement des pièces foliaires dans le plan horizontal de l'intérieur à l'extérieur, renouvellement du plateau en direction verticale de haut en bas.

J'étudierai successivement : 1^o les pièces foliaires et leur renouvellement ; 2^o le plateau, sa croissance et sa structure ; 3^o les organes annexes, racines adventives et hampes florales.

§ 1. — Croissance et renouvellement du centre à la périphérie. Écailles et tuniques des Scillées.

a. — Terminologie.

L'extrême variété de forme des organes du bulbe m'impose d'abord l'obligation de définir les termes que j'emploierai : ce ne sont que des mots usuels, mais la plus grande confusion règne dans leur emploi. Royer seul en a utilisé quelques-uns avec précision.

Une *écaille* est une pièce foliaire tubérisée dont les bords, plus ou moins embrassants, ne se soudent pas autour de l'axe.

Une *tunique* est, au contraire, une pièce foliaire tubérisée dont les bords sont fermés et qui entoure l'axe comme un fourreau (Cf. fig. 17 a-c).

D'une manière générale, j'appellerai *pièce foliaire* tout organe appendiculaire latéral à l'axe, qu'il soit tunique ou écaille, porteur de limbe ou seulement tubérisé.

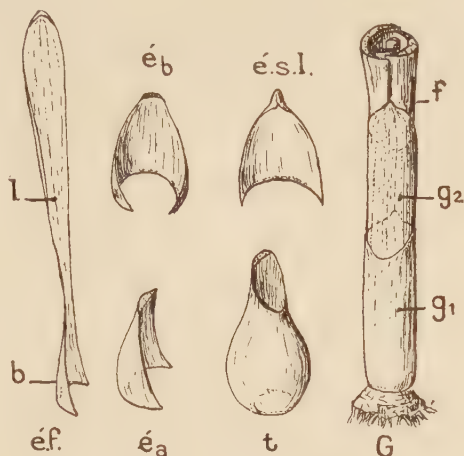


Fig. 15. — Diverses catégories de pièces foliaires chez les bulbes des Scillées. — *éf.*, écaille foliifère, avec *l*, limbe vert, et *b*, base tubérisée; *éa*, écaille foliifère tubérisée après la chute du limbe; *ésl.*, écaille sans limbe, jeune, avec son mucron; *éb*, écaille sans limbe après la chute du mucron, non discernable d'une écaille foliifère *éa*; *t*, tunique foliifère; *G*, chez un *Endymion*: *g1*, gaine externe; *g2*, gaine interne *f*, feuilles.

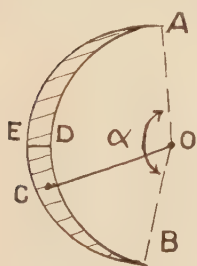


Fig. 16. — Figure schématique montrant les principaux éléments d'une écaille en coupe transversale à la base: *O*, centre (axe) du bulbe; Arc *ACB*, largeur; angle α , embrassement; *OC*, écartement; *ED*, épaisseur.

Pièces foliifères, sans limbe, aphylls. —

Une pièce foliaire quelconque a pu porter un limbe vert ou n'en point porter. Si elle porte ou a porté un limbe vert, elle est dite *foliifère* (1). S'il n'y a pas eu de limbe vert, il y a eu néanmoins un mucron plus ou moins net rappelant l'existence du limbe. C'est alors une *écaille sans limbe* ou une *tunique sans limbe*. Je n'emploierai pas le terme de «*écaille*, ou *tunique aphylls*», par lequel Royer désigne des pièces absolument dépourvues de toute trace de limbe, comme il en existe chez la Tulipe. Les Scillées, en effet, ne portent pas de pièces exactement comparables.

A la chute du limbe, la pièce foliifère

(1) Ce mot *foliifère* est employé par Royer dans le sens que je lui donne ici. Il existe dans le dictionnaire de Baillon avec un sens un peu plus vague.

porte une *cicatrice*. Une pièce «sans limbe» finit aussi par perdre son mucron et par porter, quoique plus tardivement, une cicatrice; alors elle n'est plus distinguable d'une pièce foliifère.

Gaines. — En dehors des écailles sans limbe et des pièces foliifères, il existe parfois des lames *minces*, embrassantes, souvent entièrement tuniqueées, *presque incolores*, papyracées, fugaces, souvent plus longues que les organes tubérisés, mais plus courtes que les feuilles vertes. Je les appelle exclusivement *gaines* (Cf. fig. 15, g).

Termes relatifs aux dimensions des écailles. — Les pièces

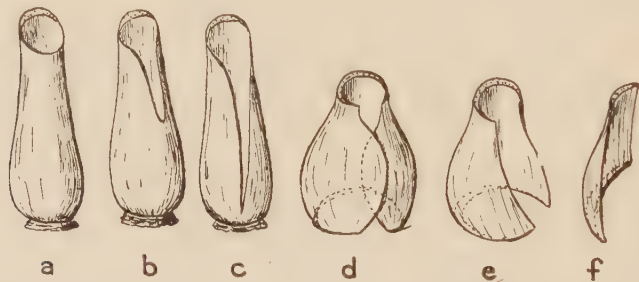


Fig. 17. — Tuniques et écailles. — *a*, tunique entière; *b*, tunique échancrée; *c*, tunique fendue; *d*, écailles à bords recouvrants; *e*, écaille très embrassante; *f*, écaille peu embrassante.

foliaires étant constamment repoussées à l'extérieur les unes par les autres, j'emploie dans un sens précis quelques termes pour désigner leur position et leurs dimensions. La mesure linéaire de l'arc de cercle occupé par une écaille ou une tunique est sa *largeur*. Le rayon mesurant la distance à l'axe du bulbe est l'*écartement*. La dimension angulaire de l'arc de cercle occupé par l'écaille est son *embrassement*. S'il s'agit d'une tunique, l'embrassement est, évidemment, d'une circonférence entière. Enfin, la distance entre les deux faces, mesurée dans le plan de symétrie, est naturellement l'*épaisseur* (fig. 16, p. 173).

Forme des tuniques. — Elles sont *échancrées*, *fendues* ou *entières*, selon qu'elles se ferment sur elles-mêmes à la base seulement, ou sur toute leur hauteur.

Forme des écailles. — Elles sont plus ou moins *embrassantes*, peuvent même être *recouvrantes*, sans devenir pour cela des tuniques. Une coupe transversale les montre toujours avec

les bords régulièrement effilés. Une coupe longitudinale passant par leur plan de symétrie les montre *droites* ou *ventrues*, selon qu'elles sont parallèles à l'axe du bulbe ou s'en écartant en arc de cercle. La même coupe montre la répartition en hauteur de leur épaisseur: le maximum d'épaisseur peut être à la base, plus ou moins au milieu, ou au sommet.

Les écailles peuvent être plus ou moins étroitement appliquées les unes sur les autres. Si elles ne font aucune saillie, les floristes disent à tort que le bulbe est » *tuniqué* ». Il n'en a que l'aspect. En réalité, il est *écailleux*, à *écailles bien appliquées*. Si les écailles sont plus ou moins *bâillantes*, ou même divergentes, le bulbe aura l'aspect typiquement « *écailleux* » des flores.

La *forme des bords*, qui a une grande importance, car elle traduit l'allure de croissance des écailles (fig. 20, p. 176), est

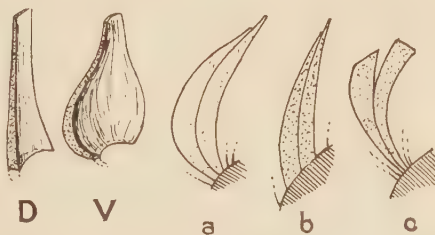


Fig. 18. — Épaisseur des écailles. — D, écaille droite ; V, écaille ventrue ; a, écailles à maximum d'épaisseur situé vers la mi-hauteur ; b, maximum d'épaisseur à la base ; c, maximum d'épaisseur vers le sommet.

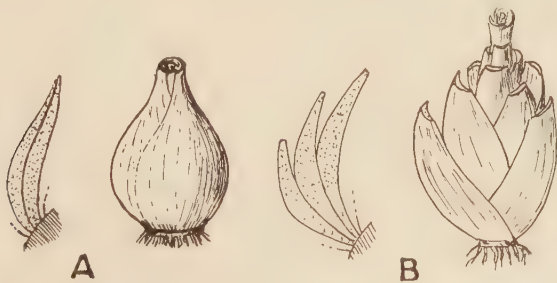


Fig. 19. — Divers aspects de bulbes écailleux. — A, bulbe à écailles étroitement appliquées, aspect « *tuniqué* » des flores ; B, bulbe à écailles bâillantes, aspect « *écailleux* » des flores.

dite *droite* s'ils suivent à peu près un plan radial du bulbe. Le plus souvent, ils sont *obliques*, soit sur toute leur hauteur, soit *obliques effilés* à la base, élargissant l'écaille vers le bas. D'ordinaire, il y a une certaine dyssymétrie : un bord est presque droit, l'autre est oblique effilé. Quelquefois, le bord

est *sinueux* quand il dessine un lobe plus large à une cer-

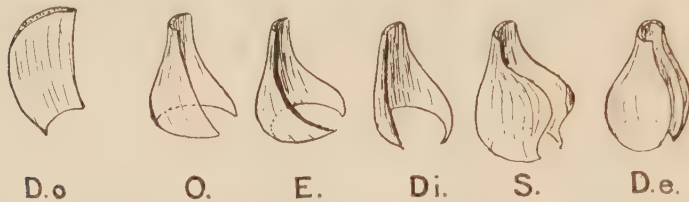


Fig. 20. — Formes des bords des écailles. — D.o, écaïlle peu embrassante à bords droits ; O, bords obliques ; E, bords effilés ; Di, bords dyssymétriques ; S, bords sinueux ; D.e, bords droits chez une écaïlle très embrassante.

taine hauteur au-dessus de la base. Il peut d'ailleurs être à la fois sinueux et effilé à la base.

b. — Production des pièces foliaires.

Les pièces foliaires sont produites par le sommet du disque apical du plateau ; puis, au fur et à mesure qu'elles s'isolent de l'apex du bulbe, elles croissent chacune pour leur compte.

ISOLEMENT A PARTIR DE L'APEX TERMINAL. — Le méristème tout à fait terminal du bulbe forme un mamelon, un apex, dans lequel des différences de vitesse de croissance individualisent successivement les ébauches foliaires.

PHYLLOTAXIE. — Après chaque nouvelle pièce, l'apex du bulbe produit la suivante en direction à peu près diamétralement opposée. Puis les pièces successives, se repoussant mécaniquement, se disposent très vite en spirale de divergence $2/5$. La valeur de cet angle n'a d'ailleurs qu'une constance approximative : théoriquement de 144° , il peut varier parfois de 130° à 160° d'un point à l'autre du même bulbe.

Ad. de Jussieu (1834) a très bien exprimé la réalisation seulement approximative de la spirale phyllotaxique : « On doit se souvenir que, dans la nature, ces règles géométriques pour la position relative des parties sont modifiées par une autre règle plus puissante : c'est que ces parties, qui sont des corps vivants et non des points mathématiques, prennent

la place nécessaire pour vivre et se développer, s'étouffent ou se repoussent quand l'espace leur manque, et interviennent ainsi les lois établies. »

PREMIÈRE PHASE D'EXTENSION DE L'EMBRASSEMENT. — La première ébauche foliaire n'est qu'un mamelon à allongement plus rapide que celui de l'apex du bulbe. Le mamelon, sorte d'« apex foliaire » grossièrement cylindrique, est bientôt déporté à quelque distance de l'axe. Sa base s'épanouit alors en une couronne ou un croissant d'embrassement variable selon les cas. Si le croissant se ferme sur lui-même en couronne, il poussera une tunique; s'il reste ouvert, il poussera une écaille. La portion de la pièce foliaire produite pendant la phase d'embrassement croissant est grossièrement triangulaire. Surmontée de l'apex foliaire, elle se courbe en voûte par effet de l'écartement croissant et réalise ainsi la fréquente forme cucullée des extrémités de feuilles.

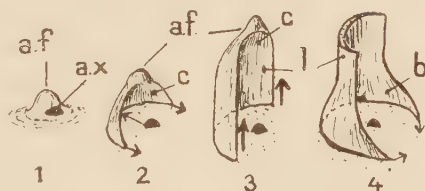


Fig. 21. — Phases de la croissance des écailles foliaires : 1, l'apex foliaire *af* s'isole de l'apex axial *ax*; 2, la zone de croissance s'écarte et s'élargit en même temps; formation de l'extrémité cucullée *c* de la feuille; 3, active croissance de la zone basilaire sans variation de l'écartement ni de l'embrassement; poussée du limbe *l* à bords parallèles; 4, reprise de l'augmentation d'embrassement ou d'écartement de la zone de croissance, produisant les tissus de la base foliaire *b* qui se tubérissent.

PHASE DE CROISSANCE LINÉAIRE PAR ACTIVITÉ DE LA ZONE BASILAIRE. — La phase suivante de la croissance foliaire consiste en une active division cellulaire dont le maximum

d'intensité est à la base de la feuille, mais qui se prolonge assez longtemps, tout en diminuant, dans les parties plus anciennement formées. Munter (1843) puis P.-G. Stebler (1878) sont les premiers à avoir reconnu et défini la *zone basilaire de croissance* des feuilles. Martha C. Versluys (1925) a suivi par des mensurations précises la part prise par la division cellulaire et par l'extension cellulaire dans l'allongement des feuilles de Jacinthe. Le résultat final est la production d'un limbe linéaire, à bords parallèles, sauf le cas de tarlives

divisions transversales ou plus souvent d'extension cellulaire qui réalisent un limbe spatulé.

DEUXIÈME PHASE D'EXTENSION DE L'EMBRASSEMENT. — Enfin, la zone basilaire de croissance s'étend une deuxième fois sur un embrassement plus considérable, soit soudainement, soit progressivement. Elle cesse alors de fabriquer des tissus à destinée chlorophyllienne pour donner des tissus qui se tubérisent aussitôt. C'est la *base tubérisée* de la feuille, qui

deviendra une *écaille* de la série foliifère.

Dans la production d'écailles sans limbe, l'embrassement maximum est atteint en une seule phase, et les tissus produits se tubérisent dès le début.

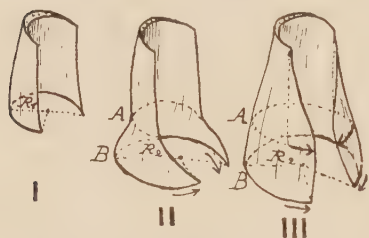


Fig. 22. — La forme des bords traduit la manière dont les écailles s'adaptent à l'écartement croissant du centre du bulbe et à l'élargissement correspondant. — I. Écaille à bords droits et parallèles à un moment où l'écartement est R_1 . — II. Un an plus tard, l'écartement est devenu $R_2 > R_1$; l'écaille ne s'est adaptée à ce nouvel écartement qu'au niveau de la zone basilaire; elle est restée, au niveau A, ce qu'elle était en I et sa base actuelle, en B, suit l'augmentation d'écartement, et par conséquent de largeur, par des bords obliques effilés. — III. Au contraire, en même temps que la base s'agrandissait en B, les tissus abandonnés en A poursuivaient la croissance en largeur de l'écaille au-dessus de sa base; conséquence: les bords restent droits, et même pourraient devenir sinueux ou recouvrants si la croissance en A était plus active qu'en B.

ADAPTATION A L'ÉCARTEMENT ET MODIFICATION CORRÉLATIVE DE LA FORME DES BORDS. — Pendant les années suivantes, l'écaille est de plus en plus écartée de l'axe. Si elle cesse de s'élargir après son année de formation, l'embrassement diminue. Le cas est rare. Le plus souvent, l'écaille maintient, au moins à sa base, la valeur de l'embrassement, et elle doit s'élargir. C'est la zone basilaire de croissance qui assume cet élargissement tardif. Comme elle

continue à produire en hauteur quelques tissus qui s'ajoutent en dessous de l'écaille formée, elle prolonge ainsi l'écaille par des bords obliques effilés. Mais si, en même temps, les tissus anciens de l'écaille sur toute leur hauteur, par extension ou par division cellulaire, s'adaptent aussi bien que la base à l'élargissement, les bords resteront presque droits et l'embras-

sement demeurera le même à toutes hauteurs de l'écaille. Il arrive même parfois que les tissus déjà formés de l'écaille s'élargissent plus vite que la base et déterminent ainsi un excès d'embrasement marqué par des bords sinueux, parfois recouvrants.

Quand il s'agit de tuniques, elles ne peuvent s'adapter à l'écartement croissant que par un élargissement continu sur toute leur hauteur, sinon elles sont fendues ou écrasées mécaniquement.

c. — Cycles foliaires annuels.

Au cours d'une année, le bulbe produit ainsi une succession de pièces de différentes natures (gainés, écailles porteuses de limbe, écailles sans limbe), puis recommence dans le même ordre l'année suivante. J'appelle *cycle foliaire annuel* l'ensemble de ces productions. La composition des cycles foliaires est un des éléments les plus différents d'une espèce à l'autre, et sur lequel je m'appuierai principalement pour classer les types de développement des bulbes.

Chaque cycle foliaire se termine à la saison sèche, que l'on a coutume de regarder comme le *temps de repos* des bulbes. A vrai dire, ce n'est pas une période de repos, mais d'*activité modifiée* par le manque d'eau et par la perte des organes verts. Durant cette période, le bulbe cesse en général de produire des feuilles, mais il produit des *écailles sans limbe*, de plus en plus petites s'il y en a plusieurs, et il les tubérise. A la fin de la soi-disant période de repos, il organise des ébauches destinées à évoluer en limbes verts dès que la saison humide aura apporté l'eau nécessaire à leur développement complet.

Chaque cycle annuel ne se termine donc pas au début de la période de repos, mais au cours de cette période, quand, à des pièces de plus en plus petites succèdent des ébauches destinées à donner des pièces très grandes, les futures feuilles, souvent même d'emblée les plus grandes du nouveau cycle.

d. — Évolution des pièces foliaires.

Les pièces foliaires dont je viens de décrire l'origine et les stades de formation subissent une évolution des faisceaux et des parenchymes.

ORDRE DE VASCULARISATION. — Les faisceaux naissent par des traces vasculaires formées de cellules allongées à très petit diamètre, différenciées dans le méristème au cours de sa croissance. La première trace vasculaire apparaît dans l'apex foliaire et détermine le plan de symétrie de la pièce. Puis, au fur et à mesure que l'embrasement de la zone basilaire méris-

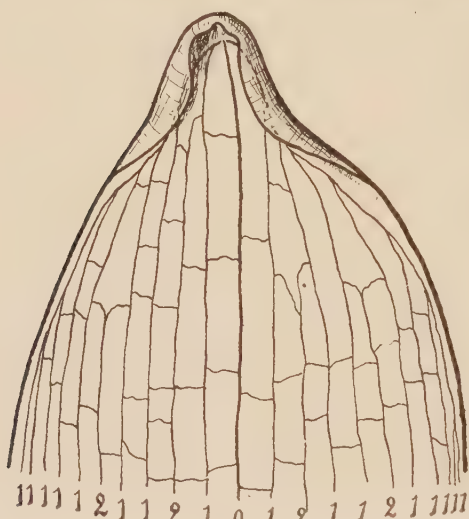


Fig. 23. — Nervation des pièces foliaires. Extrémité du limbe d'une feuille de *Scilla Lilio-Hyacinthus* L. en février. — O, nervure principale, dans le plan de symétrie ; 1, nervures de premier ordre ; 2, nervures de deuxième ordre. Les nervures sont réunies par des anastomoses.

tématique augmente, de nouvelles traces se détachent à peu près symétriquement de la première, puis les unes des autres, à la hauteur où le méristème est en élargissement, et se prolongent verticalement au fur et à mesure de la croissance.

Ainsi est définie la vascularisation de premier ordre. Elle est fonction de l'accroissement du méristème formateur.

Mais plus tard, dans le parenchyme encore en activité de division cel-

lulaire, des traces vasculaires supplémentaires s'organisent, s'adaptent à l'élargissement tardif du parenchyme. Ce sont d'abord de petites branches d'anastomoses, puis parfois de nouveaux faisceaux, s'intercalant parallèlement entre les faisceaux de premier ordre. Ces faisceaux de deuxième ordre se terminent vers le bas soit dans une autre branche d'anastomose, soit sans issue, par quelques trachées au milieu du parenchyme.

Les faisceaux de premier ordre et les faisceaux longitudinaux de deuxième ordre s'organisent parallèlement aux files cellulaires des parenchymes. Les branches d'anastomoses s'organisent perpendiculairement à ces files. Elles commencent par des cloisonnements supplémentaires au même niveau dans des files contiguës, puis les cellules jouant un peu les unes sur les autres (Voir Pl. II, fig. 2) ne se trouvent plus exactement dans l'alignement des files cellulaires et forment un cordon transversal de cellules indépendantes.

PARENCHYMES. — Les parenchymes évoluent soit vers la différenciation en limbe vert, prenant une structure grossièrement palissadique interrompue fréquemment par des lacunes, soit vers la différenciation en pièce tubérisée, se gorgeant d'amidon ou de lévulosanes visqueuses, et donnant très tôt quelques cellules à raphides, qui cessent de se diviser, et, à la fin, sont déchirées en petites lacunes par la croissance des cellules voisines. La différenciation dans un sens ou dans l'autre est imposée au moment de la production du tissu, qui s'oriente d'emblée vers l'une ou vers l'autre forme.

L'extension cellulaire des parenchymes tubérisés avec production de méats est considérable. Les parenchymes à amidon se remplissent très précocement de grains embryonnaires très petits, qui sont de plus en plus gros dans les parties de plus en plus anciennes.

Scilla italica L. cependant ne fait apparaître des grains d'amidon que très tardivement dans son parenchyme, quand le grandissement cellulaire est terminé. Les grains, tardifs, restent petits, embryonnaires et disparaissent très tôt à l'utilisation. Les parenchymes sans amidon se remplissent d'emblée de lévulosanes visqueuses, et leur chondriome ne subit aucune évolution en plastas.

Quand un parenchyme tubérisé est vide de ses réserves, il peut évoluer dans deux sens ; ou bien l'amidon ou les lévulosanes, disparus ou diminués, réapparaissent comme la première fois, ou bien ils ne réapparaissent plus. Les cellules se vacuolisent alors, et le parenchyme se fond ou se dessèche. La

forme de destruction des pièces tubérisées est variable selon les cas : tantôt l'épiderme est résistant, et il subsiste très longtemps une lamelle double, sèche et scariose, à la place de la tunique ou de l'écaille ; tantôt l'épiderme est aussi fugace que le vieux parenchyme, et les pièces se détruisent complète-

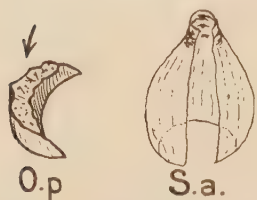


Fig. 24. — Modes de destruction des écailles. — Op, destruction progressive du sommet à la base laissant un moignon de plus en plus court (*Ornithogalum pyrenaicum* L.) ; Sa, destruction simultanée sur toute la hauteur, laissant seulement les deux épidermes marcescents (*Scilla autumnalis* L.).

ment. La destruction se produit en bloc, ou bien elle a lieu lentement en commençant par le sommet, c'est-à-dire par les parties les plus anciennement tubérisées. L'aspect extérieur des bulbes, revêtus de leurs plus vieilles écailles, dépend beaucoup de ces modalités de destruction.

§ 2. — Croissance et renouvellement dans le sens vertical : le plateau (Cf. Pl. II et III).

Les figures représentant la structure des plateaux de bulbes sont toujours très imprécises, surtout celles des traités de botanique, où le plateau est le plus souvent occupé par un pointillé sans signification. L'arrangement vasculaire offre, en effet, au premier abord, une extrême complication que l'on est tenté de renoncer à débrouiller. Ainsi Margaret B. Church (1919) donne quelques esquisses du bulbe de *Cooperia Drummondii* et ajoute que « le débrouillage complet de l'origine et de la disposition des traces vasculaires dans le plateau serait extrêmement difficile, tant les anastomoses sont compliquées (1) ».

Voici pourtant les grands traits de l'architecture du plateau des Scillées.

a. — Croissance des méristèmes.

Le sommet du plateau est en forme de disque surbaissé,

(1) « The complete working out of the origin and arrangement of the vascular traces in the stem axes... would be very difficult so complicated is the anastomosis » (p. 346).

représentant une calotte de méristème. Au centre, l'apex produit les pièces foliaires émises latéralement. La masse du tissu est animée d'une division cellulaire active dans le plan horizontal et dans le sens vertical, de sorte que les cellules résultant de l'activité du méristème forment des files radiales obliquement ascendantes, épanouies au sommet du plateau.

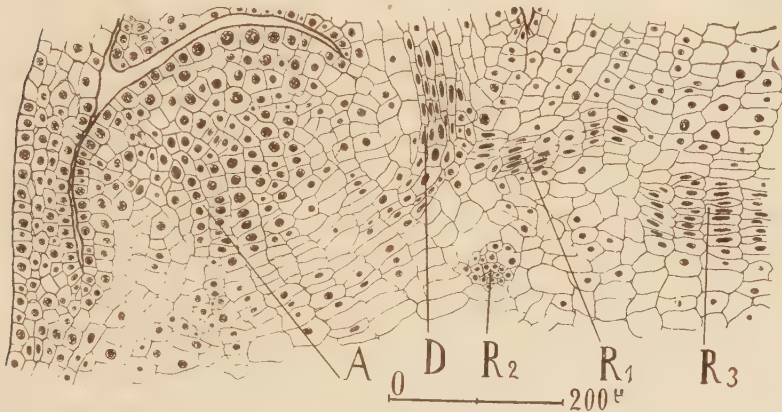


Fig. 25. — Fragment de coupe axiale passant par l'apex d'un bulbe de *Scilla sibirica* Andr., au 29 mars 1930. — A, apex ; D, trace à l'état procambial d'un faisceau direct de la plus récente pièce foliaire ; R₁, trace au même état du faisceau récurrent correspondant à la même pièce ; R₂, faisceau récurrent coupé perpendiculairement à sa direction ; R₃, autre faisceau récurrent, coupé en long.

Par-dessous, dans l'axe, les cellules abandonnées se différencient en parenchyme médullaire.

A la périphérie, l'activité s'éteint également en remontant, donnant le parenchyme cortical.

Entre la moelle et l'écorce, il reste longtemps un fourreau ou un manchon de cellules actives qui élargissent encore un peu les parties relativement anciennes du plateau et donnent dans l'écorce des files horizontales de cellules radiales avec des cloisons simulant un cambium.

b. — Trajets vasculaires.

Une coupe longitudinale et axiale d'un plateau montre un enchevêtrement de faisceaux. En s'écartant de l'axe, on en trouve qui sont obliques-ascendants, d'autres qui sont horizontaux ou obliques-descendants ; enfin, à la limite de la

moelle et de l'écorce, on aperçoit des portions vasculaires allongées verticalement. Les faisceaux obliques-ascendants sont la région directe des traces foliaires. Les faisceaux horizontaux et obliques-descendants sont les trajets récurrents, et les portions périphériques verticales représentent le réseau radicifère de M. L. Mangin (1882).

FAISCEAUX FOLIAIRES DIRECTS. — Les traces foliaires directes suivent le trajet accompli par la zone basilaire des

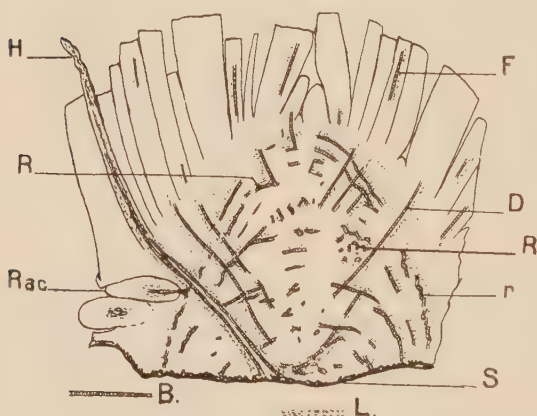


Fig. 26. — Coupe non schématisée passant par l'axe d'un plateau de bulbe de *Scilla bifolia* L. au 7 mars 1929. Gr. 9 fois. — F, nervures des écailles; D, trace foliaire directe; R, trace récurrente; r, réseau radicifère; Rac, racines coupées obliquement; H, ancienne hampe florale prise en long par la coupe; R (à droite), trace d'ancienne hampe coupée transversalement; S, couche de séparation, base subérifiée du plateau; B, vaisseaux du bois; L, liber et tissus conducteurs celluloseux.

écailles emportée obliquement par la croissance des pièces plus internes et des tissus sous-jacents. Les traces afférentes à une série de couronnes foliaires forment ainsi comme les génératrices d'une série de soucoupes empilées les unes dans les autres.

Les faisceaux sont bien droits, avec un liber régulièrement dis-

posé en dehors, c'est-à-dire à la face inférieure.

FAISCEAUX RÉCURRENTS. — Les trajets récurrents se rendent de l'axe à la périphérie de la moelle, comme Hugo Mohl (1831) disait déjà pour les Palmiers :

« Chaque faisceau vasculaire court depuis la périphérie même de la tige des Palmiers, un peu en dedans, jusqu'au centre, et delà, en se recourbant, il court au dehors vers la feuille; aussi croise-t-il les faisceaux vasculaires

plus jeunes entrant dans les feuilles supérieures (1). »

Ils suivent des surfaces inverses des précédentes, comparables à un empilement de soucoupes renversées les unes sur les autres. Les faisceaux récurrents portent le liber en dessus ; ils sont très sinueux.

Au moment où les traces directes se différencient, les traces récurrentes se forment, et les deux se raccordent plus ou moins près de l'axe (Voir Pl. II, fig. 1).

DIFFÉRENCIATION DES FAISCEAUX RÉCURRENTS ET DU RÉSEAU RADICIFÈRE. — A l'époque où se constitue le bourgeon qui formera les pièces foliaires de l'année suivante, des traces vasculaires sinueuses s'élaborent en pleine profondeur des tissus, mais extérieurement au corps central vasculaire précédemment formé (Voir Pl. II, fig. 3 et 4). Dans le haut du plateau, ces traces vasculaires formeront les faisceaux récurrents, et, vers la base et la périphérie, elles formeront un manchon vertical de traces enchevêtrées, le futur réseau radicifère, sur lequel s'anastomoseront les faisceaux des racines.

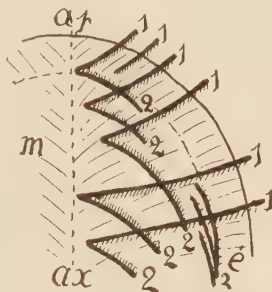


Fig. 27. — Coupe schématique axiale d'un plateau de bulbe. — *ax*, axe du plateau ; *ap*, apex ; *m*, parenchyme médullaire ; *é*, parenchyme cortical ; 1, traces foliaires directes. En trait noir, le bois, en hachures, le liber ; 2, traces récurrentes ; 3, réseau radicifère.

ORIENTATION DES VAISSEAUX PAR RAPPORT AUX FILES CELLULAIRES. — Il importe de remarquer la manière différente dont s'organisent les diverses traces vasculaires (Voir fig. 25, 28 et 29 ; Pl. II, fig. 4, et Pl. III, fig. 1, 2 et 4).

Celles des faisceaux foliaires directs sont sensiblement parallèles aux files des cellules des tissus du plateau. Les cellules procambiales à noyaux allongés résultent de divisions transversales dans toute une file de cellules filles les unes des autres qui se mettent bout à bout.

(1) *Quisque vasorum fasciculus in palmarum caudice decurrit ab extrema caudicis periphèria paulatim introrsus usque in centrum et inde arcuatim in frondem excurrit, quare decussat juniores vasorum fasciculos in frondes superiores intrantes* (p. XLV).

Au contraire, les traces vasculaires récurrentes ou du réseau radicifère s'organisent perpendiculairement aux files cellulaires par des divisions supplémentaires, au même niveau dans des files différentes, dont les cellules, nullement parentes, se mettent bout à bout.

Ces procédés de formation rendent compte de l'allure



Fig. 28. — Fragment de coupe axiale dans un plateau de bulbe de *Scilla obtusifolia* Poir., au 1^{er} février 1930. — R, faisceau récurrent, ses vaisseaux lignifiés; l, tissu conducteur cellulosique du même faisceau récurrent; D, faisceau direct; P, parenchyme cortical. Le faisceau récurrent est perpendiculaire et le faisceau direct parallèle aux files cellulaires du parenchyme.

presque rectiligne des traces directes si différente de l'allure sinueuse des traces récurrentes.

Dans tous les cas, les axes des fuseaux des mitoses qui donnent naissance aux vaisseaux s'orientent perpendiculairement à la direction du courant de sève qui parcourra ces vaisseaux et qui, dès avant leur formation, parcourt déjà les parenchymes jeunes selon les trajets mécaniquement imposés par la position relative des ébauches foliaires et des racines.

ENNOYAGE DES FAISCEAUX DANS LE PARENCHYME DÉFINITIF. — L'année suivante, une couche de parenchymes récents aura complètement recouvert toutes les formations récurrentes et radicifères précédentes, noyées désormais dans

le parenchyme médullaire définitif. Certains bulbes présentent, bien séparés au sommet et se rejoignant par le pourtour à la

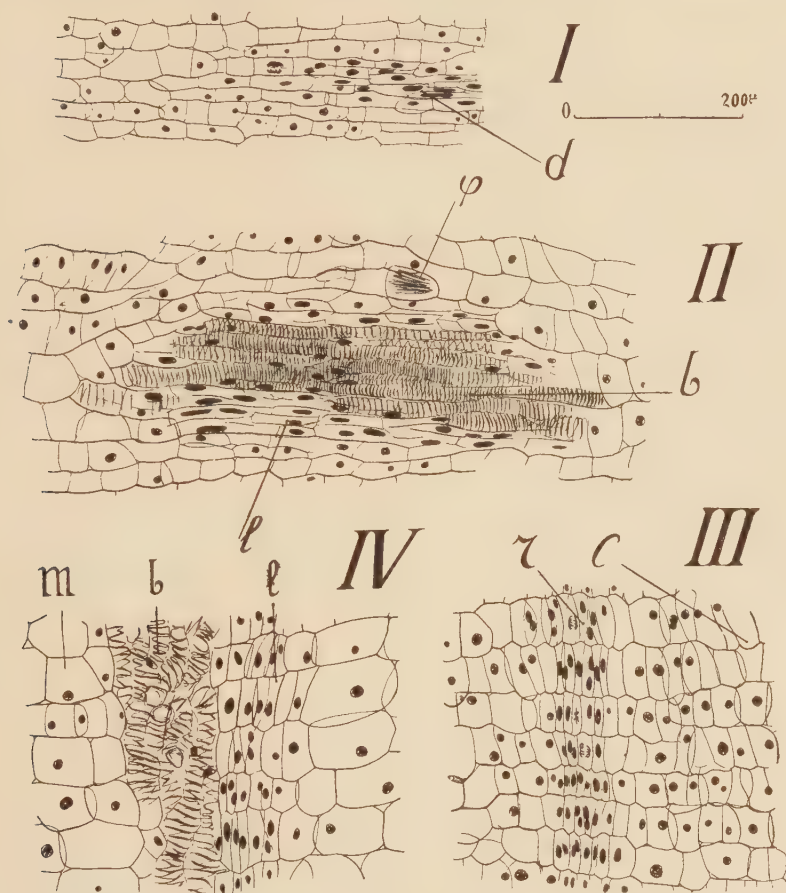


Fig. 29. — Fragments de coupe axiale un peu épaisse dans un plateau de bulbe d'*Ornithogalum pyrenaicum* L., au 30 janvier 1930. — I. Premier stade de la formation d'une trace vasculaire directe *d*, prise à la base des plus récentes pièces foliaires. Les cellules se divisent perpendiculairement aux files cellulaires du parenchyme et forment une trace orientée parallèlement à ces files. — II. Trace directe ancienne coupée en peu obliquement en pleine masse du plateau : *b*, bois ; *l*, tissu conducteur cellulosique ; *φ*, cellule à raphides. — III, premier stade de la formation d'une trace récurrente *r*, prise à la limite interne du parenchyme cortical *c*. Les cellules se divisent parallèlement aux files du parenchyme, et la trace récurrente qui en résulte est perpendiculaire à ces files. — IV. Trace récurrente ancienne, en plein parenchyme médullaire *m* : *b*, bois ; *l*, tissu conducteur cellulosique.

base, les formations récurrentes des années successives. Chez d'autres, la production de faisceaux récurrents est continuelle et les séries annuelles indistinctes.

TORSION GÉNÉRALE DES TRAJETS VASCULAIRES. — Dans la description précédente, j'ai négligé un fait qui rend très difficile l'observation des trajets vasculaires du plateau : c'est la torsion générale autour de l'axe de tous les tissus, peu accentuée, mais suffisante pour gauchir toutes les courbes et empêcher qu'aucune coupe plane puisse contenir un trajet vasculaire dans son entier.

c. — Destruction des parenchymes.

Chaque année, comme l'a montré Martha C. Versluys (1925), une couche de séparation apparaît dans toute l'épaisseur des plus vieilles parties du plateau. Selon les espèces, la couche est concave, plate, plus rarement convexe. Les tissus se subérifient à son niveau, et la portion inférieure meurt, sèche ou pourrit, et disparaît.

La base subérifiée du plateau est très importante physiologiquement. C'est par là seulement que l'eau peut pénétrer dans le bulbe et déclencher la saillie des racines nouvelles, alors que les vieilles racines ont disparu.

§ 3. — Parties annexes des bulbes des Scillées : racines et hampes florales.

A côté des pièces foliaires et du plateau, les bulbes offrent des organes annexes, temporaires ou accessoires, dont les connexions présentent des particularités intéressantes.

a. — Les racines.

Les bulbes des Scillées n'ont que des racines adventives. Il en existe trois catégories :

a. *Racines simples, annuelles.* — Elles poussent à l'automne ou au début de l'hiver et meurent avant l'été suivant, sans avoir eu le temps de se ramifier, sauf de rares exceptions.

b. *Racines vivaces, ramifiées.* — Elles poussent à l'automne ou au début de l'hiver, d'abord blanches et simples. Durant l'été suivant, elles persistent et se subérissent extérieurement.

Un an après leur apparition, devenues grises et terreuses, elles poussent des ramifications, puis, en général, meurent à leur deuxième été.

c. *Racines tractrices*. — Quand un bulbe est porté au-dessus de son niveau, il émet, ordinairement à la fin de l'hiver, une ou plusieurs racines « cylindracées-dauciformes » (Royer), épaisses, très longues, puis gaufrées, annelées ou ridées progressivement de la base vers la pointe. Elles ont alors un aspect de « queue de rat » très singulier. Royer les prenait pour des organes de réserves. Ce sont surtout des organes tracteurs qui s'agrippent au sol par leur pointe et se contractent. M. H. de Vries, A. Rimbach, etc., et finalement M. Gravis (1926) ont précisé le mécanisme de raccourcissement qui provient du changement de croissance et de forme des cellules moyennes de l'écorce interne, d'abord allongées dans le sens de la longueur, puis se raccourcissant pour s'étendre radialement.

CYCLES ANNUELS DE RACINES ET LEUR POSITION PAR RAPPORT AU PLUS RÉCENT CYCLE FOLIAIRE. — Les racines apparaissent par cycles annuels, comme les pièces foliaires. Elles sortent du bulbe adulte soit par le dessous du plateau, soit plus ou moins latéralement, et s'insèrent, pour chaque espèce, à une distance toujours la même du sommet du bulbe.

Elles s'ébauchent en général à la fin du printemps sous forme d'une couronne de massifs méristématiques réactivés à la limite de l'écorce et de la moelle, repoussant et digérant les tissus de l'écorce. Le niveau d'apparition est déterminé

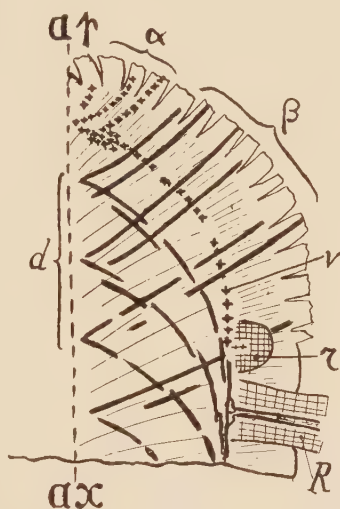


Fig. 30. — Origine des racines adventives sur le plateau. — *ax*, axe du plateau ; *ap*, apex ; *α*, traces vasculaires directes récentes, à l'état procambial, et *α'*, traces récurrentes et radicifères, au même état ; *r*, ébauche méristématique d'une racine en face de l'extrémité inférieure de *α* ; *β*, traces vasculaires directes différenciées ; *d*, traces récurrentes et radicifères différenciées ; *R*, racine différenciée.

par la limite inférieure du nouveau manchon de traces récurrentes différenciées le plus récemment (Voir fig. 30 et Pl. III, fig. 4). Ce manchon est celui même sur lequel se raccordent, au sommet, les traces vasculaires directes des pièces du bourgeon en cours d'évolution estivale. Par là s'affirment les rapports étroits entre la poussée des racines et celle des feuilles. Finalement, les ébauches radiculaires n'achèvent leur croissance qu'à l'automne, quand l'humidité du sol imbibant la base du plateau leur apporte l'eau nécessaire. Elles ne se vascularisent qu'à ce moment et se raccordent superficiellement aux vaisseaux du réseau radicifère.

b. — La hampe florale.

Les bulbes des Scillées ne fleurissent jamais les toutes premières années. Souvent même un bulbe adulte et assez gros pour fleurir reste plusieurs années à l'état végétatif. Quand la crise sexuelle intervient, elle change profondément la croissance du bourgeon qu'elle atteint. Brusquement, à la lente croissance sans entre-nœuds se substitue un allongement rapide, sans production d'organes appendiculaires jusqu'à l'étage des bractées florales.

OPINIONS DIVERSES SUR LA POSITION DE LA HAMPE FLORALE. — Mais la position du bourgeon modifié en hampe florale n'est pas toujours clairement terminale ou axillaire, et les opinions les plus opposées ont été tenues à ce sujet.

Ad. Steinheil (1834) la voyait terminale sur les *Urginea* en disant avec beaucoup de justesse : « La position des parties prouve d'une manière évidente que c'est la hampe qui est terminale et, par conséquent, du même ordre de développement que les feuilles, tandis que le petit bourgeon n'est que latéral, puisqu'il est situé entre la hampe et la nervure moyenne de la dernière écaille. »

Link (1824) avait déjà observé la disposition latérale du bourgeon de remplacement, sous le nom de *Bulbus carnosus lateralis*.

Irmisch (1850) figure des diagrammes où la hampe est ter-

minale, et quelques autres, principalement chez des Amaryllidées, où elle est latérale.

Germain de Saint-Pierre (1869) la croit latérale, au moins dans les bulbes vivaces. Il dit aussi : « S'il s'agit d'un bulbe persistant, vivace, celui, par exemple, du *Muscari comosum* ou de l'*Hyacinthus orientalis*, il est généralement probable, avant tout examen (et le procédé d'examen consiste à fendre en deux moitiés longitudinales le bulbe vivant, en ne se laissant pas induire en erreur par le *volumineux bourgeon floral latéral* qui rejette souvent de côté le *bourgeon foliaire réellement terminal*, mais encore jeune et réellement peu visible), il est probable, disons-nous, qu'il s'agit d'un mode de végétation indéfini, c'est-à-dire que le bulbe s'accroît chaque année par une lente élongation du *bourgeon terminal* et que les tiges aériennes florifères annuelles (qui s'épuisent en produisant une inflorescence) sont des tiges latérales ou axillaires. »

Cn. Royer (1881), au contraire, considère le bourgeon foliaire comme latéral et le bulbe comme sympodique. « Le bulbe florifère du Lis est *défini* comme l'est aussi celui de la Jacinthe et de *Galanthus nivalis*, que plusieurs traités de botanique citent comme indéfinis. »

Enfin, Margaret B. Church (1919), dans son étude de *Cooperia Drummondii* (Amaryllidée), donne la hampe comme latérale, figure un schéma du bulbe étiré avec des hampes également latérales, mais donne une figure détaillée (coupe longitudinale) où la hampe est évidemment terminale avec une bractée à sa base si l'on prend la peine de l'interpréter conformément à la notation de la légende.

LA HAMPE FLORALE EST TERMINALE CHEZ LES SCILLÉES.
— Pour ma part, un grand nombre de dissections accompagnées de coupes au microtome m'ont démontré :

1^o Que, chez les Amaryllidées (*Narcissus pseudo-Narcissus* L., p. ex.), la position de la hampe est incertaine, tantôt terminale, tantôt latérale, ce qui explique les schémas divers d'Irmisch et les figures contradictoires de M. B. Church.

2^o Chez les Scillées, dans tous les cas observés (plus de 400 bulbes d'une trentaine d'espèces), la hampe est terminale ;

le bulbe est donc autopodique tant qu'il ne fleurit pas et sympodique à chaque floraison.

Voici les divers cas qui se présentent :

HAMPE UNIQUE. — La dernière pièce foliaire embrasse complètement la hampe et tient à son aisselle le bourgeon axillaire, dont la première écaille lui est opposée, comme il

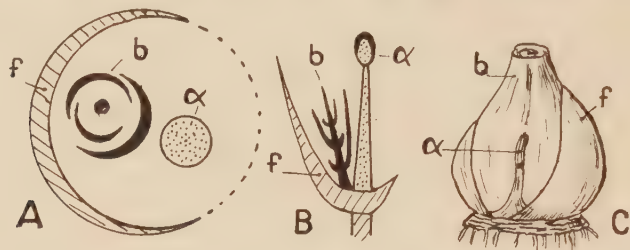


Fig. 31. — Situation de la hampe florale chez les Scillées. — A, diagramme de l'apex d'un bulbe florifère à une seule hampe florale; B, reconstitution schématique du bulbe (apex) en donnant quelque longueur aux entre-nœuds; C, aspect réel d'un bulbe montrant la position d'une ancienne hampe florifère au dos de la première écaille suivante, et recouverte par le bord de l'écaille à laquelle elle est opposée; *f*, dernière écaille foliaire la plus interne; *b*, bourgeon latéral relayant le bulbe en sympode; α , hampe florifère, terminale.

convient. Même sur les traces des anciennes hampes, la disposition est reconnaissable par l'embrassement de la dernière pièce précédant celle au dos de laquelle l'ancienne hampe est placée.

HAMPES MULTIPLES. — Il y a deux modes :

1^o *Les hampes représentent une cyme condensée, et le bulbe est un sympode multiple* : le bourgeon terminal se transforme en hampe, le bourgeon axillaire fournit une première feuille ou écaille et tout de suite se transforme aussi en hampe. Le bourgeon axillaire de la dernière pièce foliaire relaie à son tour la croissance et peut donner de même une troisième hampe. Parfois il y a deux ou trois feuilles ou écailles d'intervalle avant de donner la deuxième ou la troisième hampe.

2^o *Les hampes représentent une grappe ramifiée, et le bulbe est un sympode simple.*

Déjà certains bulbes (*Scilla pratensis* W. et K.) ont normalement à la base de leur hampe, insérée très peu au-dessus du

disque du plateau, une petite bractée qui occupe la position

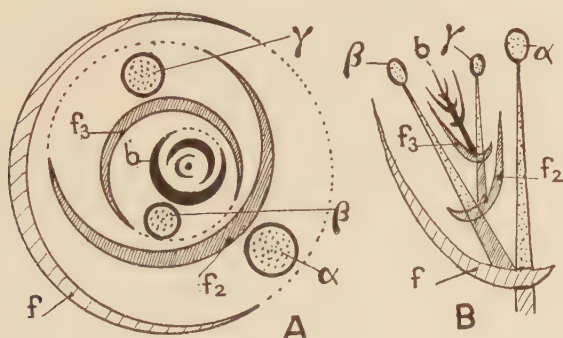


Fig. 32. — Schéma des bulbes de Scillées à plusieurs hampes florales disposées les unes par rapport aux autres en cyme condensée. — A, diagramme pour le cas de trois hampes; B, reconstitution schématique en donnant quelque longueur aux entre-nœuds; *f*, dernière écaille foliifère embrassant toutes les hampes; *α*, première hampe, terminale; *f*₂, *f*₃, écailles suivantes, pouvant être foliifères; *β*, *γ*, deuxième et troisième hampes, chacune terminant les bourgeons latéraux successifs; *b*, bourgeon relayant le bulbe, latéral à *γ*. — Sur la figure A, les lettres *β* et *γ* ont été interverties.

même qu'aurait eue la feuille suivante si l'axe principal n'était pas devenu hampe.

Chez *Scilla peruviana* L., cette disposition se complète

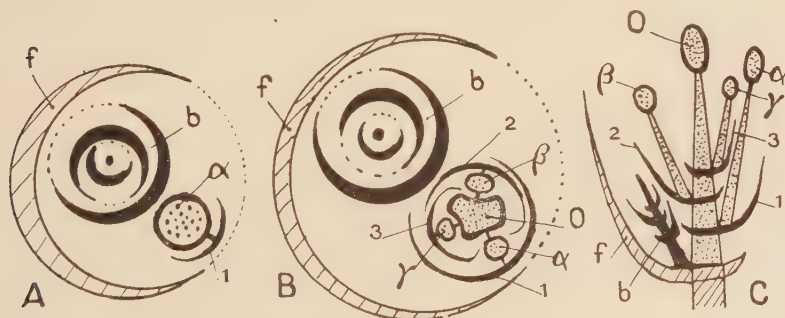


Fig. 33. — Autre disposition de la floraison des Scillées : cas des hampes situées les unes par rapport aux autres en grappe condensée. — A, diagramme montrant le cas d'une seule hampe terminale *α*, possédant à sa base une petite bractée 1. — B, diagramme pour le cas de quatre hampes florales. L'une est terminale, O, embrassée par la feuille la plus interne *f*, et laissant entre elle et *f* le bourgeon latéral *b*, qui continuera le bulbe en sympode. La hampe principale O porte à sa base trois bractées intrabulbaires, 1, 2 et 3; à l'aisselle de chacune d'elles se sont développées trois hampes florales *α*, *β*, *γ*, comme autant de rameaux d'une grappe. — C, reconstitution schématique en allongeant les entre-nœuds. — Les figures B et C se rapportent au cas le plus fréquent chez *Scilla peruviana* L.; la figure A correspond au cas le plus fréquent chez *Scilla pratensis* W. et K.

à la fois par la présence de plusieurs bractées à la base de la hampe florale, en plein cœur du bulbe, et par le développe-

ment du bourgeon axillaire de chacune d'elles transformé en hampe secondaire.

Dans tous les cas, le bourgeon végétatif du bulbe est toujours latéral, à l'aisselle de la dernière pièce embrassant les hampes.

TRACES VASCULAIRES DE LA HAMPE DANS LE PLATEAU (Voir Pl. II, fig. 3; Pl. III, fig. 3; et fig. 26, p. 184). — La hampe florale se développe donc à l'emplacement de l'apex du plateau. Elle envoie dans le sommet des tissus du plateau un épanouissement de faisceaux qui rayonnent immédiatement vers la base, en suivant la direction générale des trajets récurrents.

Ultérieurement, le bourgeon latéral repousse la hampe de côté, avec tout son épanouissement vasculaire en bloc, noyé chaque année davantage dans les nouveaux tissus superposés. Longtemps plus tard, on peut encore très aisément reconnaître la trace vasculaire d'une hampe à la file de cellules médullaires écrasées entre les faisceaux, et à l'épanouissement de ceux-ci, dans l'axe, vers tout le pourtour des trajets récurrents au lieu de rebrousser d'un seul côté, comme il arriverait pour une trace foliaire.

*
* * *

L'exposé général que je viens de faire de la structure des bulbes de Scillées n'aura pas été inutile à mon dessein de définir des types divers de développement : il allège beaucoup les descriptions des cas particuliers à chaque espèce et montre déjà quels seront les éléments de variété. On peut prévoir ainsi un riche thème à variations dans la composition des cycles foliaires annuels, les formes de croissance des écailles, le niveau d'insertion des racines, le mode de ramification basilaire des hampes multiples.

CHAPITRE II

TYPES DE BULBES A RENOUVELLEMENT ANNUEL TOTAL

K. Koch (1849) avait donné l'idée de bulbes vivaces, périodiques ou bisannuels, et Th. Irmisch (1850) avait très judicieusement observé que les pièces d'un bulbe ont des âges divers et sont portées plus ou moins longtemps selon l'espèce. Appelant Z (*Zukommen*) l'ensemble des pièces du bourgeon en train de parvenir à leur état adulte, G (*Gegenwart*) celles qui sont présentes et fonctionnelles avec leur lot de limbes verts et V (*Nahrblätter*) chaque ensemble de pièces nourricières produites chaque année précédente, il appelle « type *Gagea* » les bulbes de formule $G + Z$, « type *Galanthus nivalis* » ceux de formule $1 V + G + Z$, et « type *Amaryllis formosissima* » ceux de formule 2 (ou n) $V + G + Z$.

Dans le seul groupe des Scillées, dans le seul genre *Scilla* (L.) Bak., tous ces types de bulbes sont représentés. Et, pour ma part, j'ai vu la nécessité d'observer, non seulement s'il y a, ou non, un ou plusieurs cycles de pièces nourricières persistantes, mais de quelles sortes de pièces est composé chaque cycle annuel. C'est la base de ma classification des types de bulbes.

J'examine d'abord le groupe des bulbes dépourvus de pièces tubérisées persistantes, dont les parties nourricières se renouvellent complètement chaque année. *Endymion nutans* Dum. en est le meilleur exemple.

§ 1. — Évolution du bulbe d'« *Endymion nutans* » Dum.

ASPECTS SAISONNIERS. — L'aspect du bulbe de la Jacinthe des bois est très variable selon la saison : à la fin de l'hiver, le bulbe est entièrement tunique, ovale, blanc terne, tout garni

de racines qui le percent latéralement jusqu'à mi-hauteur (Voir Pl. I, fig. EN, 1 et 3). Il en sort un fourreau blanc à parois minces, formé de gaines contenant les feuilles. En fin avril, au moment de la floraison, le bulbe est tout flétri, flasque et ridé. Il contient en dedans une sorte de noyau dur constitué par les bases des feuilles en train de se renfler. Quelques semaines plus tard, toute la partie flétrie du bulbe s'est résorbée ; il ne reste qu'un bulbe ferme, tout neuf, blanc pur brillant. Les feuilles externes se continuent directement sur le bulbe, montrant de la façon la plus simple qu'aucune partie plus ancienne ne subsiste que les bases des feuilles actuelles, sauf parfois les tuniques très minces des gaines. Les racines commencent à se flétrir, mais elles sont maintenant directement insérées à la base du nouveau bulbe.

Durant l'été, les feuilles ont disparu et les racines sont sèches : le bulbe est une boule ovoïde sans aspérités. Mais, à l'automne, un grand nombre d'extumescences paraissent à sa moitié inférieure : ce sont les nouvelles racines en train de sortir.

COMPOSITION DU CYCLE FOLIAIRE. — Le cycle foliaire d'*Endymion nutans* Dum. commence à l'automne par la poussée de deux *gaines* blanches, minces, la plus grande en dedans. Les gaines sont cylindriques. Au début de l'hiver, les pièces plus internes, qui sont des *feuilles*, accélèrent leur croissance et dépassent bientôt les gaines. Il y a en moyenne 6 à 12 feuilles, de moins en moins grandes de dehors en dedans. Enfin, en avril, s'il y a lieu, le bulbe fleurit, et, durant la période, dite de repos, qui suit, il se forme 3 à 5 *écailles sans limbe* de plus en plus petites.

La composition du cycle foliaire peut être résumée en une formule courte où *g* = gaines, *f* = pièces avec limbe, *é. s. l.* = écailles sans limbe, $\nearrow$ = de taille croissante, $\searrow$ = de taille décroissante.

$$\text{Cycle} = 1-3 \text{ } g. \nearrow + 6-12 \text{ } f. \searrow + 3-5 \text{ } \textit{é. s. l.} \searrow$$

ÉVOLUTION ET DURÉE DES CYCLES FOLIAIRES. COMPOSITION DU BULBE. — Les gaines verdissent à peine à leur extrémité supérieure. Elles disparaissent à la fin de la floraison et

ne subsistent à la base que par une ou deux tuniques minces, peu tubérisées et souvent fugaces.

Les feuilles sont d'abord produites par une zone basilaire en croissant ; elles sont larges, linéaires et plates. Mais bientôt la zone de croissance basilaire se ferme sur elle-même et produit des tuniques qui se tubérisent aussitôt, pendant que le limbe vert, porté par la tunique, continue à s'allonger à la fois par extension cellulaire et par des divisions cellulaires de moins en moins nombreuses.

Au cours de leur progression autour de l'axe, allant jusqu'à se fermer sur elles-mêmes, les zones basilaires se soudent les unes aux autres. La soudure commence par le bord effilé de l'une d'entre elles avec le dos de la suivante. Puis la soudure gagne de proche en proche, et bientôt toutes les

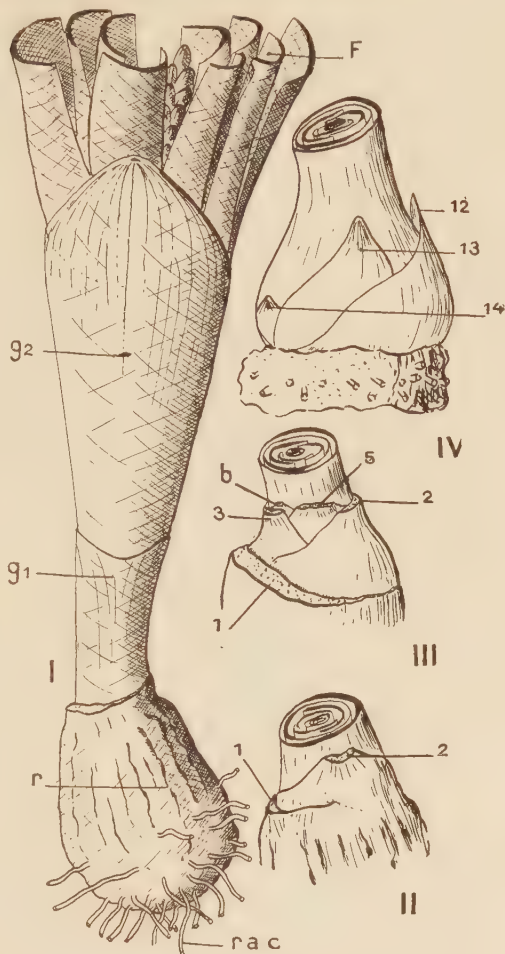


Fig. 34. — Le bulbe d'*Endymion nutans* Dum. (d'après un exemplaire de Melun, 7 avril 1928). — I. Bulbe entier, aspect extérieur; *rac*, racines perçant les tuniques jusqu'à mi-hauteur du bulbe; *r*, rides marquant la flétrissure des vieilles tuniques prêtes à être remplacées; *g*₁, gaine externe; *g*₂, deuxième gaine, interne, plus grande; ces deux gaines sont très minces; *F*, feuilles vertes avec hampe florale. — II. Tuniques 1 et 2, vues de l'extérieur, montrant la coalescence latérale des tuniques. — III. Vue du bulbe après un commencement de dissection: 1, épaisseur de la tunique externe arrachée jusqu'au niveau de sa coalescence en hauteur avec les tuniques plus internes; 2, 3, 5, 6, cicatrices foliaires des tuniques suivantes, également soudées, comme on le voit à la limite du bord 2 sur 3. — IV, vue du bulbe après dissection de toutes les tuniques foliifères; 12, 13, 14, les trois premières écailles sans limbe, à peu près libres entre elles, de plus en plus petites, embrassant la base des gaines et du nouveau bulbe.

tuniques croissent entièrement coalescentes. La portion libre des tuniques est donc limitée, par en bas, par une gouttière sinueuse. Les pièces externes, les premières soudées, sont coalescentes sur les deux tiers environ de leur hauteur, à la fin de la croissance ; les pièces internes ne sont soudées qu'à la base.

Enfin, les écailles sans limbe ne sont jamais bien tubérisées ; elles sont courtes, triangulaires, libres dans le sens de la hauteur, mais plus ou moins soudées l'une à l'autre par les côtés.

Au cours de l'été, le bulbe d'*Endymion* ne se compose que des tuniques tubérisées et coalescentes et des écailles sans limbe. Mais, de l'automne à la fin d'avril, les nouvelles gaines et feuilles apparaissent et sont présentes. La durée des pièces d'un cycle foliaire est donc d'environ un an à l'état tubérisé, plus la demi-année de formation.

La composition du bulbe peut se traduire par une formule abrégée où C_N signifiant l'ensemble des pièces d'un cycle foliaire développées durant l'année N, s'écrira c_N s'il est encore à l'état de bourgeon, C_N s'il est développé mais non tubérisé, et $[C_N]$ s'il est tubérisé. Nous pourrions écrire ainsi :

$$\text{Année N} + 1 \left\{ \begin{array}{l} \text{hiver et printemps : } [C_N] + C_{N+1}. \\ \text{été et automne : } [C_{N+1}] + c_{N+2} \end{array} \right.$$

STRUCTURE ET ÉVOLUTION DU PLATEAU. — Le plateau est peu distinct des tuniques en raison de leur coalescence. Il est traversé par les faisceaux de chaque cycle annuel, groupés en étages.

En hiver, les faisceaux directs des pièces nourricières se rassemblent tout à fait à la base, mais leurs faisceaux récurrents n'existent plus, la cicatrice basale du bulbe le coupant juste au niveau moyen de récurrence. Les faisceaux directs des pièces en cours de développement : gaines et limbes, se rassemblent à un étage plus haut et, sur la partie externe de leurs formations récurrentes, se greffent les racines traversant horizontalement les bases coalescentes des tuniques. Enfin les pièces à peine ébauchées à l'état de petit bourgeon émettent des traces vasculaires encore indifférenciées, qui orga-

nisent, sous la surface apicale actuelle, un troisième étage de départ et d'anastomoses des futures portions récurrentes.

En été, la fonte des tuniques externes a libéré l'insertion

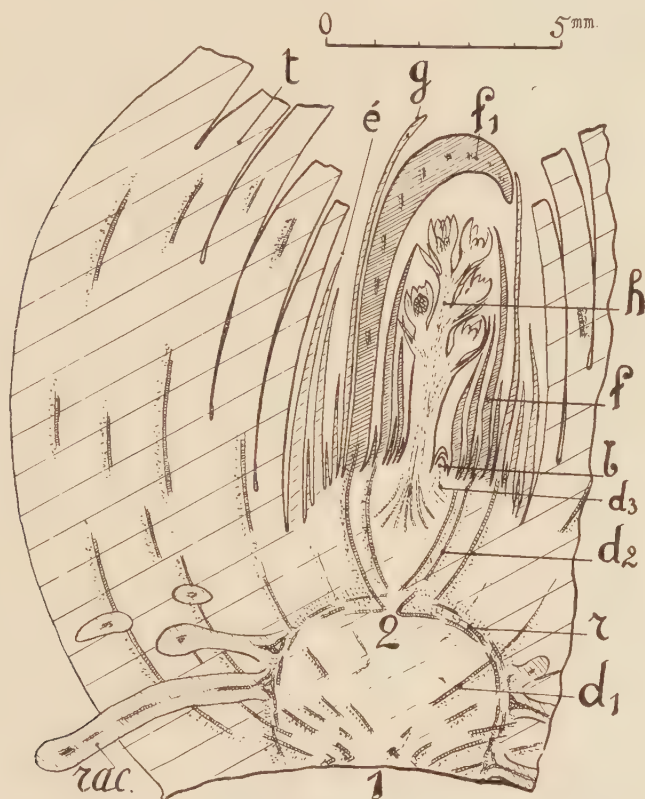


Fig. 35. — Coupe axiale à faible grossissement dans un bulbe d'*Endymion nutans* Dum. au 19 février 1929. — *t*, tuniques tubérisées ; *é*, écailles sans limbe ; *g*, gaine ; *f*₁, première feuille ; *f*, feuilles suivantes, encore très jeunes ; *h*, hampe florifère ; *b*, bourgeon très jeune ; *d*₁, traces directes de *t* ; *d*₂, traces directes de *f*, et *r*, leurs traces récurrentes avec *rac*, les racines insérées sur ces dernières traces, à la périphérie ; *d*₃, ébauches extrêmement jeunes des traces directes de *b*. En 1, le niveau d'union des traces directes et récurrentes des tuniques tubérisées, coupé juste par la surface de séparation limitant le plateau par en bas ; en 2, le même niveau pour les traces des feuilles actuelles ; 3 se trouvera à l'extrémité de la ligne de rappel de *d*₂.

des racines, mais celles-ci se détruisent promptement. La couche de séparation se forme au niveau de l'étage d'anastomose des faisceaux des pièces nouvellement tubérisées, tandis que les ébauches des futures racines s'organisent autour de l'étage supérieur, bientôt lui-même profondément enfoui

sous de nouveaux tissus abandonnés par la montée de la surface apicale.

Le plateau se renouvelle donc annuellement comme les pièces foliaires. Chaque année il forme un nouvel étage d'enchêvements vasculaires à 3 à 5 millimètres au-dessus du précédent, prêt à disparaître.

Les racines sont simples. L'axe de leur cylindre central est souvent occupé par un à trois très gros vaisseaux plus ou moins résorbés en lacune.

HAMPE FLORIFÈRE. — La hampe florifère apparaît, terminale, à l'intérieur de l'embrassement de la dernière feuille dont le bourgeon axillaire relaie le bulbe et produit ensuite les mêmes pièces que le bourgeon terminal aurait produites s'il n'avait pas fleuri. Ce sont les écailles sans limbe du cours de l'été. Elles sont précédées parfois d'une ou deux feuilles vertes, laissant la hampe hors de leur embrassement, et qui se forment ainsi en raison de la différenciation très précoce de la hampe, parfois antérieure à la différenciation des dernières pièces foliifères.

Après la floraison, la hampe devient raide et sèche sur place. Les pédoncules floraux naissent à l'aisselle d'une longue bractée et portent une deuxième bractée plus courte.

ENFONCEMENT DES BULBES. — La grande activité de croissance verticale du plateau ramènerait le bulbe à la surface du sol en peu d'années s'il n'y avait une production fréquente de grosses racines tractrices, plus tardives que les racines ordinaires. Les jeunes bulbes portent de telles racines chaque année, jusqu'à enfouissement suffisant. M. T. Wothead (1904) a très bien figuré la zonation dans le sol des couches à bulbes de plus en plus gros jusqu'au niveau convenable. Comme les racines tractrices tirent sur la base du bulbe à l'époque même où croissent et se tubérisent les tuniques, les jeunes bulbes ainsi enfoués ont une forme étirée très singulière (Voir Pl. I, E. n).

Les bulbes, même très jeunes, ont le même type de compo-

sition que les adultes, réduit alors à 1 gaine, 1 ou 2 feuilles, 1 ou 2 écailles sans limbe.

En résumé, les traits essentiels de la structure et de la vie du bulbe d'*Endymion nutans* Dum. sont les suivants et caractérisent un type de développement que nous allons voir suivi par d'autres espèces :

Bulbe à cycle foliaire, commençant par des gaines cylindriques papyracées de plus en plus hautes, continuant par de longues feuilles vertes de plus en plus petites à base tuniquee, puis s'achevant par des écailles sans limbe de plus en plus petites. Pièces toutes coalescentes par les bords, sauf les gaines. Tuniques foliifères coalescentes sur une certaine hauteur. Pièces ne durant pas plus d'un an à l'état tubérisé ; le bulbe se renouvelle en entier chaque année. *Endymion* n'a pas d'amidon en général (M. Woodhead seul en a vu un peu) ; ses racines percent latéralement les tuniques.

§ 2. — Espèces suivant le type bulbe « *Endymion nutans* » Dum.

1^o AUTRES « *ENDYMION* ». — *Endymion campanulatus* Parl. et les formes affines *E. cernuus* Dum., *E. patulus* Dum., etc., suivent exactement l'évolution végétative d'*Endymion nutans* Dum. Les différences ne sont que quantitatives : bulbe plus gros, gaines d'ordinaire plus nombreuses (le plus souvent trois), feuilles plus grandes et plus nombreuses (8 à 15), hampe florale plus vigoureuse, plus souvent multiple, et, à la fin du cycle, écailles sans limbe plus nombreuses aussi.

2^o DIVERSES « *SCILLA* ». — La première fois que j'ai trouvé *Scilla italica* L., j'eus quelque surprise en constatant que cette Scille montrait par son bulbe une extrême ressemblance avec les *Endymion*. Les grands traits sont conservés : cycle foliaire composé de gaines, feuilles à bases tuniquees coalescentes et écailles sans limbe, renouvellement annuel, plateau très ascendant, et fréquentes racines tractrices.

Je relève les différences suivantes : les écailles sans limbe sont plus nombreuses : 4 à 5 en général ; la coalescence dans

le sens de la hauteur ne dépasse guère le tiers inférieur du bulbe. Les racines, au lieu de se diriger horizontalement en perçant les tuniques sur le côté, se dirigent verticalement et sortent par-

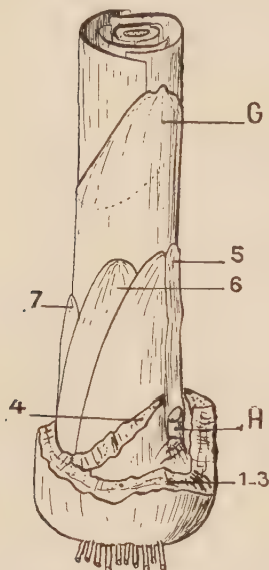


Fig. 36. — Bulbe de *Scilla italica* L. (= *Endymion italicus* Nob.) (d'après un exemplaire, au 30 janvier 1930, cultivé au Muséum et provenant de Caussols, Alpes-Maritimes). — Le bulbe a été disséqué : 1-3, section des trois tuniques externes, coalescentes, arrachées ; 4, section de la quatrième tunique tubérisée et foliifère, la plus interne, soudée aux précédentes, et embrassant la trace de l'ancienne hampe H, de 1929 ; 5, première écaille sans limbe, avec empreinte de l'ancienne hampe, à son dos ; 6, 7, écailles sans limbe suivantes, plus petites ; G, gaine mince embrassant les feuilles (Voir aussi fig. 60, p. 242.)

dessous en perçant les tuniques par en bas. C'est le seul trait qui change un peu l'aspect du bulbe de *Scilla italica* L. par rapport à celui des *Endymion*.

Ce n'est pas la seule Scille qui ressemble tellement à un *Endymion* ; ainsi les bulbes de *Scilla lingulata* Poir., que M. A. Faure m'a envoyés d'Oran à plusieurs reprises, ressemblent beaucoup à ceux de *S. italica* L. et sont encore du même type *Endymion* ; le cycle foliaire comprend en moyenne : une seule gaine, cinq feuilles, et enfin deux ou trois écailles sans limbe succédant à la hampe florale. Le bulbe est tuniqué, à renouvellement annuel total. La coalescence atteint les deux tiers supérieurs du bulbe. (Cf. Pl. I, fig. E. l.)

Dans l'herbier du Muséum, les bulbes de *Scilla vincentina* Link. et *S. Aristidis* Coss., autant qu'on puisse en juger sur des échantillons secs et aplatis, sont aussi du type tuniqué, coalescent, à renouvellement annuel, avec cycle foliaire débutant par des gaines.

Il est très remarquable que toutes les Scilles à bulbes du type *Endymion* soient celles qui ont deux bractées, comme *Endymion*.

3° « CAMASSIA ». — Hors du genre *Scilla*, les *Camassia* appartiennent au même type : bulbe annuel, à tuniques coalescentes à la partie inférieure seulement, grande gaine fugace.

4° « *HYACINTHUS AMETHYSTINUS* » L. « *H. FASTIGIATUS* » Bert. — Enfin j'ai constaté avec intérêt que *Hyacinthus amethystinus* L. et une autre petite Hyacinthe indéterminée dont il existe un pot au Muséum sous le nom inexact de *H. dubius* (sic), et qui est probablement *H. (amethystinus) pallidiflorus* Jord. et F., ont encore des bulbes du même type. Ils sont à tuniques coalescentes sur les deux tiers, à renouvelle-

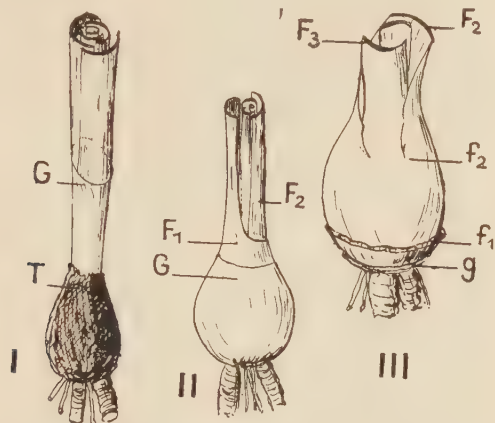


Fig. 37. — Bulbes de *Hyacinthus amethystinus* L. [= *Brimeura am.* (Salisb.) Nob. (d'après exemplaires provenant de Gèdre, Hautes-Pyrénées). — I. Aspect extérieur au 15 avril 1928 : T, tuniques de l'année précédente réduites à l'état d'un étui grisâtre, sec et grossier ; G, gaine mince embrassant les feuilles. — II. Aspect extérieur au 21 mai 1930 : G, base mince et tubérisée de la gaine ; F₁, F₂, première et deuxième feuilles se prolongeant directement par leur base sur le bulbe nouveau. — III. Début de la dissection du même : g, insertion de la gaine, tout à fait à la base ; f₁, base de la première tunique foliifère arrachée jusqu'à son niveau de coalescence, qui est encore très bas ; f₂, niveau de soudure en hauteur et latéralement de la deuxième tunique foliifère avec la troisième ; F₂, F₃, limbes de ces deux tuniques.

ment annuel, et le cycle commence par une gaine fugace. Mais les cycles de tuniques anciennes, après leur mort, ne disparaissent pas en se fondant comme dans toutes les espèces précédentes : les vieilles tuniques se dessèchent et forment deux ou trois manchons traversés par le nouveau faisceau de feuilles. (Cf. fig. 37 et fig. 38, p. 204.)

Hyacinthus fastigiatus Bert., espèce spéciale aux îles de la Méditerranée occidentale, que M. P. Le Brun m'a envoyée de Corse (Voir Pl. I, B. f) présente un bulbe exactement comparable, comme structure et comme évolution, à celui de sa congénère pyrénéenne *H. amethystinus* L.

Remarquons, dès maintenant, que toutes les espèces que je viens de rapprocher à cause de leurs bulbes très semblables s'étaient déjà trouvées groupées à propos des plantules



Fig. 38. — *Hyacinthus* du groupe *amethystinus* L., cultivée au Muséum sous le nom inexact de *H. dubius*. C'est probablement l'espèce jordanienne *H. pallidiflorus* J. et F. — Vue de la plante entière montrant les bractées florales allongées (*br.*) et le bulbe à renouvellement annuel total mis en évidence par le prolongement direct de la feuille externe sur le bulbe (en *bf.*), dont elle constitue la tunique la plus externe. Diffère profondément des *Hyacinthus* proprement dit (Voir fig. 48) et sera appelée du nom de genre *Brimeura* pour l'en distinguer.

hypogées et à cotylédon engainant du type *Endymion*.

§ 3. — Types de bulbes à renouvellement annuel, différents d'« Endymion ».

Parmi les Scilles, je n'ai pas rencontré de bulbes annuels d'un autre type que ceux que je viens de décrire. Mais la tribu des Scillées présente d'autres types. J'ai observé ceux de certains Ornithogales,

TYPE BULBE « ORNITHOGALUM NUTANS » L. — *Ornithogalum nutans* L. à l'époque de la floraison a un bulbe blanc sale, entièrement tunique. Les deux pièces externes sont des tuniques; la deuxième est échancrée profondément; la troisième est entièrement fendue jusqu'au bas, et la quatrième est seulement une écaille ouverte. Le cycle foliaire se compose ainsi de trois à cinq pièces; les externes tuniquées, les internes en écailles; toutes foliifères.

A la floraison, le bulbe se ride, devient flasque puis se fond et est remplacé par le nouveau bulbe, c'est-à-dire par la base des feuilles actuelles.

Enfin il y a fréquemment une émission de caïeux périphériques débutant par une tunique sans limbe.

Voilà donc un nouveau type de bulbe, annuel, tunique écailleux, dépourvu de coalescence (ou à pièces à peine soudées à la base), à cycle foliaire réduit à trois à cinq feuilles; ni gaine ni pièces sans limbe, sauf les tuniques sans limbe des caïeux, dont la production est abondante.

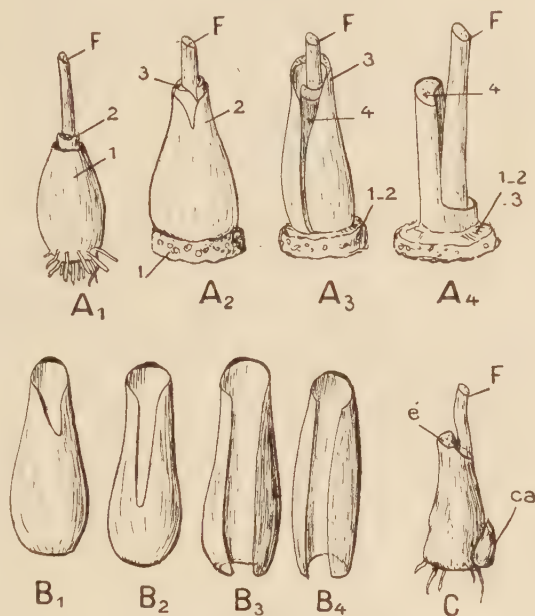


Fig. 39. — Bulbe d'*Ornithogalum nutans* L. — A₁ à A₄, aspect extérieur et dissection d'un bulbe n'ayant encore qu'une feuille F (d'après un exemplaire provenant du Muséum, au 15 janvier 1930). 1, 2, 3, 4, tuniques successives; 3, est complètement fendue; 1-2, 1-2-3, base des tuniques disséquées, jusqu'au niveau du plateau; elles ne sont aucunement coalescentes entre elles; B₁ à B₄, les quatre tuniques d'un bulbe florifère (provenant de la Mauléverie, Arboretum G. Allard, Institut Pasteur, Angers, au 27 mars 1929). Elles sont incisées, fendues, ou même ouvertes en écailles; C, de même provenance, un petit bulbe à une seule tunique é et une seule feuille F, portant un caïeu externe ca.

TYPE BULBE « ORNITHOGALUM UMBELLATUM » L. — *Orni-*

thogalum tenuifolium Guss., *O. umbellatum* (L.) G. G., *O. divergens* Bor. (et leurs variétés) ont aussi des bulbes annuels, mais ils sont encore d'un type différent quoique plus voisin d'*O. nutans* que d'*Endymion*.

Un bulbe fleurissant se compose de : trois à six tuniques

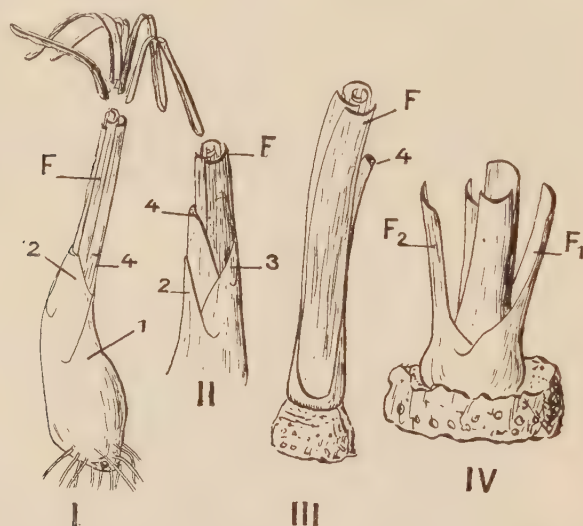


Fig. 40. — Bulbe d'*Ornithogalum umbellatum* L. (d'après un exemplaire provenant, spontané, du parc de l'école Saint-Aspais à Melun, au 21 janvier 1930). — I. Aspect extérieur : 1, 2, 3, 4, tuniques foliifères successives provenant des feuilles de l'année précédente. On voit la coalescence latérale des tuniques les unes avec les autres; F, feuilles commençant à sortir de terre. — II. Aspect après dissection de la première tunique. — III. Aspect après dissection des trois tuniques externes, arrachées jusqu'au plateau, car elles ne sont pas coalescentes entre elles en hauteur : 4, quatrième tunique presque ouverte. — IV. Base des jeunes feuilles après dissection de toutes les tuniques tubérisées. La coalescence latérale est déjà indiquée ; F₁, F₂, première et deuxième feuilles.

prêtes à se fondre, qui furent toutes foliifères et qui sont coalescentes par les bords, et en hauteur, surtout les plus externes; six à dix feuilles plates, cannelées, à base embrassante tuniquée, enserrant la hampe et le bourgeon latéral. Là encore : pas de gaine, pas d'écailles sans limbe, mais la coalescence et le renouvellement annuel.

*
* *

Tels sont les types de bulbes annuels chez les Scillées que j'ai étudiées. Remarquons que ce sont tous aussi des bulbes tuniqués, mais il ne faut pas en conclure que c'est parce qu'ils sont

tuniqués qu'ils sont annuels, en disant avec Ch. Royer (1881) : « Les bulbes à pièces persistantes ne sont pas tuniqués, car la tunique ne pourrait pas se prêter au développement centrifuge du bulbe. » J'ai observé, au contraire, que les jeunes bulbes de *Scilla bifolia* L., par exemple, ont, au début, des tuniques qui durent plus d'un an à l'état tubérisé, et je citerais aussi, contrairement à Royer, le *Narcissus pseudo-Narcissus* L., dont les tuniques restent tubérisées et nourricières pendant au moins deux ans.

C'est donc par au moins deux caractères différents et sans lien nécessaire l'un avec l'autre : la forme tuniquée *et* la durée annuelle, que les bulbes précédents sont rapprochés. Pour ceux du type *Endymion*, c'est même par l'ensemble des caractères du développement du bulbe, jusqu'aux détails de la composition des cycles annuels, qu'ils se ressemblent et méritent d'être groupés ensemble.

CHAPITRE III

TYPES DE BULBES A RENOUVELLEMENT PROGRESSIF PLURANNUEL

Les bulbes vivaces, dont les parties persistent plus longtemps qu'une année de tubérisation, sont la majorité parmi les Scillées. Malgré une certaine uniformité d'apparence qui les a fait dédaigner des systématiciens, ils offrent une grande variété de constitution où j'ai distingué des types bien définis.

§ 1. — Type bulbe « *Scilla autumnalis* » L.

La Scille d'automne nous offre un premier type très différent de tous les autres.

ASPECT EXTÉRIEUR. — Le bulbe est gros comme une Noisette, parfois comme une Noix, surtout en Afrique du Nord. En toutes saisons, il est emballé dans un grand nombre d'écailles mortes, sèches, papyracées, translucides, couleur croûte de pain au dehors, de plus en plus claires en dedans. En toutes saisons on trouve des racines qui sortent juste en dessous de l'insertion des écailles sur le plateau. La floraison est automnale, les bractées sont nulles, le périanthe est d'une jolie couleur lilacine bien différente de celle de la plupart des Scilles. A la fructification, les hampes restent raides et sèches. Les feuilles, vert foncé, filiformes, paraissent seulement au cours de la fructification. Elles laissent en dehors de leur embrassement les hampes florales au nombre de une à trois. Les feuilles passent l'hiver hors de terre. Au printemps, une ou deux nouvelles feuilles achèvent de pousser, puis toutes se dessèchent à la fin du printemps. Quelques jours avant la floraison, une ou deux gaines rousses, spathiformes, papy-

racées, sortent de terre et s'entr'ouvrent pour le passage de la hampe florale ou des feuilles (Voir Pl. I, fig. s.A. 1 et 2).

CYCLE FOLIAIRE. — Aucune pièce n'est tuniquee, du moins chez le bulbe un peu âgé, à plus forte raison quand il est florifère ; mais les écailles sont très embrassantes souvent sur plus des deux tiers de la circonférence, ventruës, à bords peu obliques ou presque droits, rarement sinueux.

Les écailles les plus externes sont les plus hautes : elles sont serrées autour du sommet du bulbe, se terminant en languettes embrassantes, sèches, avec des traces brunes en échelons. A la fin de la saison sèche, au centre du bulbe paraissent d'abord une à trois gaines fendues ou plus ou moins tuniquees. Elles sont saillantes hors du bulbe, obtuses, minces, papyracées, translucides, rosées, puis rousses. Leur sommet est fugace et se déchire irrégulièrement après la floraison. A l'intérieur croissent ensuite les feuilles sous forme de limbes filiformes emboîtés. Il y en a quatre à six en moyenne, les plus internes souvent encore tout petits. Au printemps, il pousse encore parfois une ou deux feuilles, puis le cycle s'achève par une écaille sans limbe qui représente le résultat de l'activité estivale.

Le cycle foliaire de chaque année se compose donc de 1 à 3 gaines, 4 à 8 feuilles vertes, 1 écaille sans limbe, ou en abrégé :

$$C = 1-3 \text{ g.} + 4-8 \text{ f.} \searrow + 1 \text{ é. s. l.}$$

La hampe florifère s'intercale le plus souvent entre les gaines et les feuilles.

ÉVOLUTION DES PIÈCES FOLIAIRES ET COMPOSITION DU BULBE. — Les gaines se tubérisent promptement par leur base en écailles droites, étroites, presque aciculées, tandis que le sommet se dilacère rapidement.

Les feuilles, après une phase de croissance linéaire du limbe, deviennent très embrassantes par leur base, qui se tubérise. Durant l'été suivant, les bases tubérisées seront devenues des écailles étroites, aciculées, embrassantes.

L'écaille sans limbe se tubérise au cours même de sa for-

mation. Elle perd très vite son mucron, de sorte qu'elle cesse rapidement d'être discernable des écailles foliifères.

Dans les bulbes fleurissants, les traces des anciennes hampes

servent de repère pour limiter chaque ancien cycle foliaire présent parmi les écailles. En s'écartant de l'axe, on rencontre ainsi :

1° Les pièces en cours de développement ou tout récemment tubérisées ;

2° Trois ou quatre cycles d'écailles blanches, à peine jaunâtres à la base, bien tubérisées, de plus en plus ventrues et toujours fort embrassantes sur toute leur hauteur ;

3° A peu près un cycle d'écailles plus minces, jaunissantes ;

4° Un nombre variable et souvent élevé d'écailles tout à fait mortes, réduites à leurs deux épidermes marcescents et scarieux.

Ces stades successifs sont ceux par où passeront d'année en année les écailles nouvelles. Remarquons qu'elles contiennent normalement de l'amidon, mais qui peut souvent disparaître presque complètement à la fin de la flo-

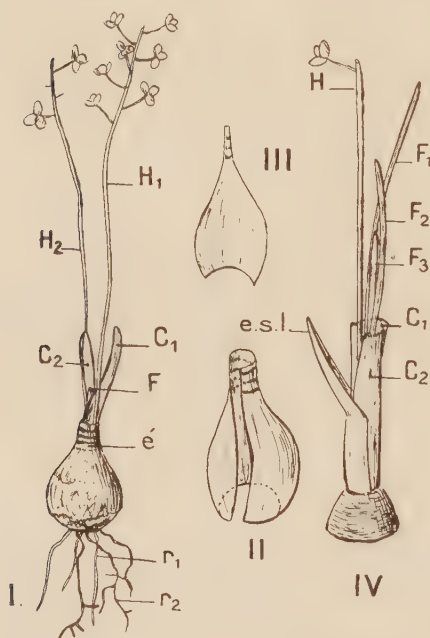


Fig. 41. — Bulbes de *Scilla autumnalis* L. (provenant de Carteret, au 14 septembre 1929). — I. Aspect extérieur : r_1 , racine simple, jeune ; r_2 , racine grise, ramifiée, âgée de deux ans ; $é$, écailles externes, nombreuses et sèches, marcescentes ; H_1 , H_2 , hampes florifères portant des capsules ouvertes ; G_1 , G_2 , gaines roussâtres, minces ; F , feuilles commençant à paraître. Dans cet exemplaire, H_1 est extérieur à G_1 , G_1 embrasse H_2 , et G_2 embrasse F . — II. Écaille externe, bords droits, choisie parmi les plus embrassantes. — III. Écaille moyenne, bords droits, choisie parmi les moins embrassantes. — IV. Bulbe, disséqué sur un autre exemplaire : $e.s.l$, écaille sans limbe, un peu rabattue à l'extérieur ; C_1 , C_2 , base des gaines, en cours de tubérisation, avec sommet effiloché ; H , hampe florifère embrassée par les gaines et extérieure aux feuilles F_1 , F_2 , F_3 , en train de pousser.

raison. A partir du tiers extérieur du bulbe, même encore vivantes et tubérisées, elles ne contiennent plus d'amidon. La destruction de leur parenchyme se fait progressi-

vement, mais simultanément sur toute la surface de l'écaille.

La formule résumant la composition du bulbe est la suivante :

$$\text{Cycle foliaire} = 1-3 \text{ } g. + 4-8 \text{ } f. + 1 \text{ } \epsilon. \text{ } s. \text{ } l.$$

$$\text{Bulbe} = c_{N+1} + C_N + [C_{N-1}] + [C_{N-2}] + [C_{N-3}] + [C_{N-4}] + \Sigma C \text{ desséchés.}$$

(Où je rappelle que g = gaine ; f = pièce foliifère ; $\epsilon. \text{ } s. \text{ } l.$ = écaille sans limbe, C_N = cycle de pièces formées l'année N , en cours de tubérisation ; c = un cycle à l'état d'ébauches ou de bourgeon ; $[C]$ = un cycle tubérisé ; ΣC = un cycle de pièces à demi vidées de leurs réserves.)

PLATEAU. — Le plateau est petit, hémisphérique ou même cylindrique, à base plane. Les écailles les plus externes, sèches, sont insérées à son extrême pourtour. Les racines sortent là, soulevant la base des vieilles écailles, qui sont ainsi décollées à la base avant de se détacher tout à fait.

La région apicale du plateau, porteuse des feuilles, est presque plate. La montée annuelle de la surface apicale est minime. Les traces foliaires sont disposées sans interruption ne formant pas de lits distincts pour chaque série annuelle.

RACINES. — Les cycles radiculaires se produisent à notable distance du sommet du bulbe, à peu près au niveau des insertions des écailles du cycle de trois ans auparavant. Les ébauches méristématiques des racines se forment lentement, presque sans interruption pendant l'année, et deviennent des racines blanches et simples, puis grises et ramifiées, vivant deux ans.

HAMPES FLORIFÈRES. — La hampe florifère, quand elle est unique, provient du bourgeon terminal aussitôt après qu'il a donné la première gaine. Le bourgeon axillaire de la gaine continue le bulbe en produisant la première feuille, quelquefois précédée cependant d'une autre gaine.

Quand il y a plusieurs hampes florifères, elles forment entre elles une cyme condensée et sont séparées chacune par une gaine. Quelquefois cependant la hampe la plus interne est embrassée par la première feuille. Il peut y avoir souvent trois hampes chez les bulbes de belles dimensions.

Ces variations montrent que la nature des pièces produites ne dépend pas de la sorte de bourgeon qui les engendre, terminal ou latéral, mais qu'un rythme nécessaire préside à la succession des pièces foliaires.

PARTICULARITÉS BIOLOGIQUES. — *Scilla autumnalis* L. est une plante d'endroits très secs, dénudés, sablonneux, aux expositions chaudes. Toutes ses particularités sont fonction d'adaptation à un tel milieu : les racines persistantes et ramifiées profitent des moindres pluies estivales. Les nombreuses écailles mortes externes protègent contre la dessiccation. Les graines, à faculté germinative de courte durée, germent mal après avoir été stratifiées durant un été, tandis que la floraison automnale les amène à maturité au début même de la saison humide. Leur germination rapide leur permet de profiter d'une saison pluvieuse, même très courte.

Le jeune bulbe révèle déjà les particularités du bulbe adulte : ses pièces foliaires sont d'abord tuniquées. Son cycle annuel comprend au moins une feuille suivie d'une écaille sans limbe, mais souvent à mucron allongé et scarieux rappelant les gaines qui se forment dès que le bulbe est un peu plus gros.

RÉSUMÉ DES CARACTÈRES DU BULBE DE «SCILLA AUTUMNALIS». — Lestraits les plus importants de l'évolution du bulbe de *Scilla autumnalis* L. sont certainement le développement de gaines avant les feuilles et la persistance à la périphérie du bulbe d'un grand nombre d'écailles marcescentes. La durée plurannuelle des pièces tubérisées n'a pas besoin d'être soulignée davantage.

Les autres caractères distinctifs sont : le bulbe écailleux (tunique dans le jeune âge), les écailles très embrassantes, libres, à bords droits ou peu obliques, les racines vivaces ramifiées et la floraison automnale avant la poussée des feuilles, parfois se continuant parmi les premières feuilles.

ESPÈCES SUIVANT LE TYPE DE «SCILLA AUTUMNALIS» L. — Parmi toutes les espèces dont j'ai suivi l'évolution, une seule

ressemble à *Scilla autumnalis* L., mais de la manière la plus frappante. C'est *S. obtusifolia* Poir., plante d'Afrique du Nord remontant jusqu'en Corse. Elle est seulement un peu plus grosse, avec des feuilles dures très larges, spatulées, moins nombreuses. La floraison est parfois différée à quelque temps après la poussée des feuilles, mais la hampe, plus souvent unique, reste encore extérieure à leur embrassement. Ces différences sont insignifiantes en regard de la présence des gaines, des nombreuses écailles scarieuses, périphériques des racines ramifiées, de la forme également embrassante des écailles, du facies semblable de la hampe et de ses fleurs, de la forme cylindrique à sommet surbaissé du plateau (Cf. Pl. III, fig. 3), tous caractères communs avec *S. autumnalis* L.

Dans l'herbier du Muséum, j'ai noté quelques autres espèces dont le port et les caractères du bulbe, pour autant qu'ils sont discernables, les rapprochent de *S. autumnalis* L. Ce sont *S. Holzmannia* Heldr. et probablement *S. numidica* Poir., pourvues de gaines, d'écailles embrassantes, nombreuses et scarieuses au dehors, de racines ramifiées, de hampes rigides.

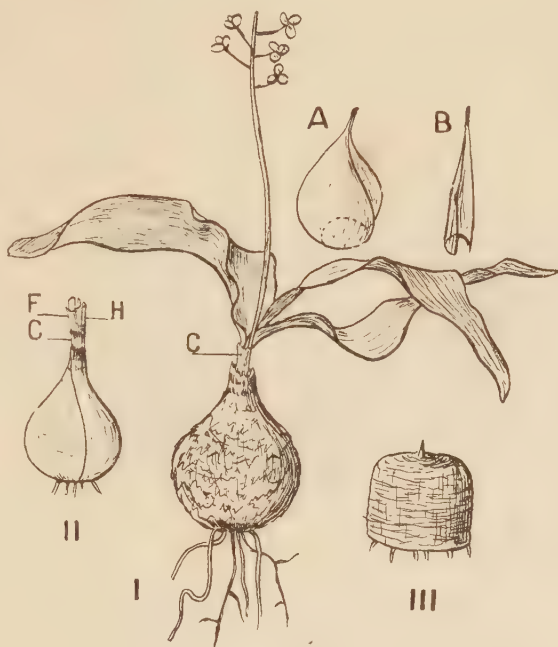


Fig. 42. — Bulbe de *Scilla obtusifolia* Poir. (provenant d'Oran, au 1^{er} février 1930). — I. Aspect extérieur, montrant certaines racines ramifiées, le bulbe revêtu de vieilles écailles sèches, le haut effilé de ce qui reste d'une gaine C, embrassant la hampe florifère H, qui est extérieure aux feuilles F. — II. Aspect après enlèvement des vieilles écailles mortes. — III. Forme du plateau. — A, une écaille externe, embrassante, bords droits ; B, une écaille interne.

Cependant *S. numidica* Poir. porte sa hampe embrassée par les feuilles.

§ 2. — Type bulbe « *Scilla bifolia* » L.

La petite Scille bleue, si printanière dans les sous-bois frais, est le type d'une évolution de bulbe fort différente.

ASPECT EXTÉRIEUR. — Le bulbe est petit, gros comme une

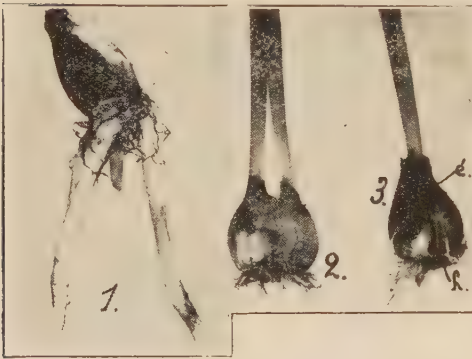


Fig. 43. — *Scilla bifolia* L. de Livry-sur-Seine. — 1, bulbe en juin avec trois grosses racines qui seront bientôt tractrices alors que les racines ordinaires, très fines, sont presque desséchées ; 2, bulbe en mars, il y a eu activation d'un bourgeon latéral au centre du bulbe, trois ans avant ; les deux bulbes commencent à se séparer ; on distingue les écailles externes communes ; 3, bulbe en mars, simple et normal, avec une seule écaille *é*, morte et en voie de disparition, laissant percevoir une trace d'ancienne hampe *h*.

Noisette en moyenne, revêtu d'un petit nombre de débris d'écailles bien appliqués qui lui donnent son aspect terreux. Au printemps, il porte un abondant chevelu de racines simples et très fines. Il n'y a que deux feuilles, quelquefois trois, élancées, spathulées, faibles et molles, longuement embrassantes dans leur moitié inférieure. La hampe porte quelques jolies fleurs bleues, longuement pédicellées et

sans bractées. La floraison est très précoce (début de Mars).

Durant l'été, feuilles et hampes, affaissées, ont disparu depuis longtemps, et le bulbe ne porte plus de racines.

CYCLE FOLIAIRE. — La poussée annuelle des pièces foliaires est très simple, limitée à trois ou quatre pièces : ce sont d'abord les deux ou trois feuilles, de taille décroissante, puis se formant durant l'été, une écaille sans limbe (très rarement deux). La hampe florale, s'il y a floraison, s'intercale toujours entre la dernière feuille et l'écaille sans limbe.

ÉVOLUTION DES PIÈCES FOLIAIRES ET COMPOSITION DU BULBE. — Les feuilles sont extrêmement embrassantes à l'origine ; la plus interne enveloppe complètement la hampe. Leur base commence à se tubériser, sans qu'il puisse y avoir auparavant une nouvelle phase d'embrassement croissant. Mais, dans la suite, l'écaille ne réussit pas à maintenir son embrassement, bien qu'elle augmente constamment de largeur

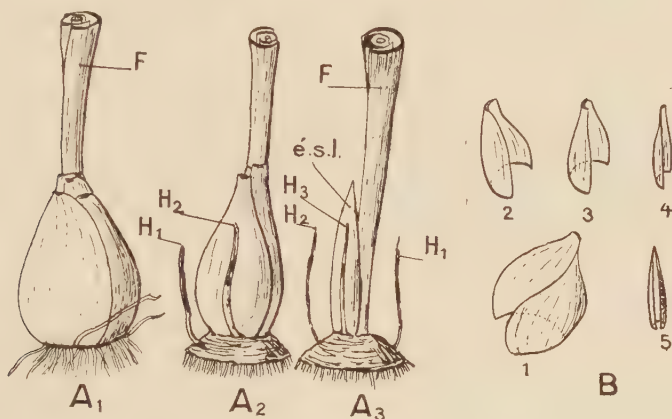


Fig. 44. — Bulbe de *Scilla bifolia* L. (provenant de Livry-sur-Seine, au 15 mars 1928). — A₁, aspect extérieur ; A₂, A₃, aspect après dissection ; H₁, H₂, H₃, anciennes hampe florifères de plus en plus récentes ; H₃, date de l'année précédente ; *é.s.l.*, écaille sans limbe ayant H₂ à son dos ; H₂ est aussi au dos d'une ancienne écaille sans limbe, mais qui, ayant perdu son mucron, n'est plus discernable d'une écaille foliifère ordinaire ; F, feuilles très embrassantes ; B, forme des écailles : 1, écaille externe, bords droits, moyennement embrassante ; 2, 3, écailles moyennes ; 4, écaille interne ; 5, écaille sans limbe.

sur toute sa hauteur comme à sa base. Aussi les écailles tubérisées, blanc jaunâtre, sont-elles à bords droits, avec un embrassement d'une demi-circonférence en moyenne.

L'écaille sans limbe se tubérise au fur et à mesure de sa formation. Un an plus tard, par la perte de son mucron, elle n'est plus discernable d'une écaille foliifère, si ce n'est par la présence d'une trace de hampe florale juste à son dos.

En disséquant le bulbe, on trouve ainsi trois à cinq anciennes hampe et des écailles représentant trois à cinq cycles foliaires. Jusqu'aux plus externes, elles sont toutes bien tubérisées, sauf les deux ou trois dernières, qui s'écrasent ou se déchirent facilement.

La destruction des écailles se fait presque d'un seul coup

pour chacune d'elles, en commençant par le sommet. L'épiderme subsistant n'est pas marcescent, mais fragile, et disparaît bientôt à son tour.

La formule qui résume le cycle et la composition du bulbe de *Scilla bifolia* L. est donc :

$$\text{Cycle foliaire} = 2-3 \text{ f. } \searrow + 1 \text{ é. s. l.}$$

$$\text{Bulbe} = c_{N+1} + C_N + [C_{N-1}] + [C_{N-2}] + [C_{N-4}] + [C_{N-3}] + [C_{N-5}]$$

(Voir page 211 la signification de ces formules.)

PLATEAU. — Le plateau est surbaissé, presque entièrement disciforme, tout plat en dessous. Les traces foliaires ne sont pas groupées en cycles annuels et forment des angles très aigus avec les trajets récurrents (Voir Pl. II, fig. 3).

RACINES. — Les racines, extrêmement fines et toujours simples et annuelles, sortent obliques par le pourtour du plateau, juste sous l'insertion des écailles externes. Elles prennent leur origine loin du centre du bulbe, face aux insertions des écailles âgées de trois ans environ. Elles disparaissent complètement en juin-juillet. Il existe, assez fréquemment, des racines tractrices très grosses (5 à 8 millimètres de diamètre) et tardives (fig. 43, 1).

HAMPE FLORIFÈRE. — La hampe est presque toujours unique, toujours terminale, extrêmement effilée à la base, faible et molle, décombante à la fructification.

PARTICULARITÉS BIOLOGIQUES. — Les jeunes bulbes n'ont qu'une feuille à limbe lacuneux cylindrique, mais ils produisent déjà chaque année une écaille sans limbe. Les pièces des premières années sont d'ailleurs tuniquees, puis de moins en moins embrassantes.

Plus âgés et plus gros, les bulbes portent deux feuilles, mais ne fleurissent pas. Enfin, ils commencent à fleurir la première fois par une hampe uni- ou biflore, puis de plus en plus florifère.

La floraison est extrêmement constante et en quelque sorte

obligatoire quand le bulbe a la grosseur voulue. Ainsi une récolte complète dans une surface d'environ 2 mètres carrés au bois de la Garenne de Livry-sur-Seine, près de Melun, m'a donné :

- 48 bulbes à 1 feuille pesant 10 à 150 milligrammes ; en moyenne :
62 milligrammes.
32 bulbes à 2 feuilles, pesant 120 à 420 milligrammes ; en
moyenne : 220 milligrammes.
56 bulbes à 2 feuilles et 1 hampe florifère pesant 350 à 1 530 mil-
ligrammes ; en moyenne : 725 milligrammes.
3 bulbes à 3 feuilles, pesant 830 à 1 000 milligrammes ; en
moyenne : 880 milligrammes.

RÉSUMÉ DES CARACTÈRES DU CYCLE DE « *SCILLA BIFOLIA* » L.
— L'évolution et la composition du bulbe de *Scilla bifolia* L. sont résumées par les principaux traits suivants :

Bulbes écailleux à écailles toutes tubérisées (sauf les deux ou trois plus externes en cours de destruction complète), très embrassantes d'abord, puis moyennement embrassantes, à bords presque droits, disposées en trois à cinq cycles de deux à trois écailles foliifères, plus une écaille sans limbe chacun. Limbes foliaires plus ou moins élargis, spatulés, faibles. Hampe décombante, sans bractées. Racines annuelles, simples.

ESPÈCES SUIVANT LE TYPE DE « *SCILLA BIFOLIA* » L. — J'ai étudié diverses espèces qui présentent le même type d'évolution du bulbe que *Scilla bifolia* L. Elles ont toutes un air de famille, défini par des feuilles assez larges, faibles, de jolies fleurs bleues très précoces, sans bractées ou à bractées obsoletes, des hampes décombantes s'affaissant à la fructification. Voici les traits particuliers à chaque espèce :

1^o PARMi LES SCILLES. — *SCILLA SIBIRICA* Andr. a les fleurs d'un bleu foncé, subcampanulées à la base. Le bulbe, plus gros et plus sphérique que celui de *Scilla bifolia* L., est revêtu d'une ou deux écailles en cours de destruction, colorées

en rouge vif par de l'anthocyane. Toutes les autres écailles sont bien tubérisées.

Le cycle foliaire comprend trois ou quatre feuilles et deux ou trois écailles sans limbe développées dès le printemps, c'est-à-dire à peu près le cycle de *Scilla bifolia* L., mais

doublé. Par contre, la durée des pièces est réduite à deux ou trois années de tubérisation :

L'évolution foliaire de *Scilla sibirica* Andr. se résume ainsi :

$$\text{Cycle foliaire} = 3-4 f \searrow + 2-3 \text{ é. s. l. } \searrow.$$

$$\text{Bulbe} = c_{N+1} + C_N + [C_{N-1}] + [C_{N-2}] + [C_{N-3}]$$

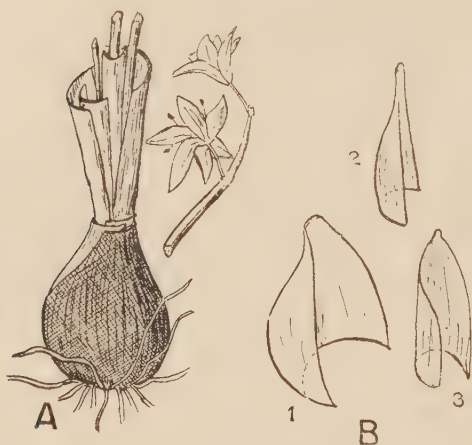


Fig. 45. — Bulbe de *Scilla sibirica* Andr. (provenant de la Mauléverie, Arboretum G. Allard, Institut Pasteur, Angers, au 29 mars 1930). — A, aspect extérieur : l'écaille externe est rouge foncé, les fleurs ont le périanthe à pièces conniventes à la base. — B, forme des écailles : 1, écaille externe, bords droits, moyennement embrassante ; 2, écaille interne ; 3, écaille sans limbe.

Les écailles, dès l'origine, n'ont guère qu'un embrassement d'une demi-circonférence et le conservent. Il y a

souvent deux à quatre hampes florales uni- ou pauciflores, anguleuses. Elles succèdent à la dernière feuille et sont séparées les unes des autres par des écailles sans limbe. Elles sont groupées en cyme condensée.

SCILLA CILICICA Siehe, très voisine de *S. sibirica* Andr., a une évolution toute semblable. Son bulbe est parfois beaucoup plus gros.

SCILLA AMÆNA L. a des feuilles molles, grandes, vert pâle, des fleurs bleu tendre : son bulbe est souvent un peu plus gros et plus allongé que celui de *S. sibirica* Andr. Les écailles externes se détruisent progressivement par le sommet. Il n'y a presque aucun reste d'écailles mortes autour du bulbe, dont

l'aspect est aussi plus écailleux (au sens des floristes). Les écailles adultes sont blanches, porcelainées. L'embrassement est assez faible (une demi-circonférence en moyenne), les bords droits. Le cycle foliaire comprend trois ou quatre, quelquefois cinq feuilles, auxquelles succèdent trois à cinq écailles sans limbe, de formation précoce comme dans *Scilla sibirica* Andr. Il y a une ou deux hampes au dos de la première et de la deuxième écaille sans limbe. La durée de persistance des pièces tubérisées est de deux à trois ans.

L'évolution foliaire de *Scilla amoena* L. peut se résumer ainsi :

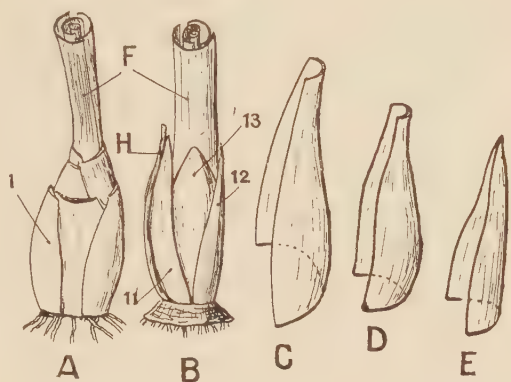


Fig. 46. — Bulbe de *Scilla amoena* L. (provenant du Muséum, au 28 janvier 1930). — A, aspect extérieur; B, après dissection de la plupart des écailles; H, hampe florifère de l'année précédente; 11, écaille sans limbe ayant succédé immédiatement à la hampe H; 12, 13, écailles sans limbe suivantes; F, feuilles nouvelles; C, écaille externe; D, écaille interne; E, écaille sans limbe.

$$\text{Cycle foliaire} = 3-5 f. \searrow + 3-5 \text{ é. s. l.} \searrow$$

$$\text{Bulbe} = c_{N+1} + C_N + [C_{N-1}] + [C_{N-2}].$$

Il y a fréquente production de caïeux.

AUTRES SCILLES. — Dans l'herbier du Muséum, j'ai cru reconnaître les mêmes caractères de port, d'aspect général, d'absence de gaines, de racines simples, chez *Scilla messeniaca* Boiss. et *S. puschkinii* Regal.

2° «CHIONODOXA». — Parmi les Scillées à périanthe tubuleux soudé, les anciennes Hyacinthées, placées à l'opposé de *Scilla* dans certaines classifications, j'ai trouvé *Chionodoxa Luciliae* Boiss. extrêmement semblable comme évolution à *Scilla bifolia* L. (Voir fig. 58, p. 239). L'aspect général offre déjà une ressemblance frappante. Les fleurs, bleu foncé et

campanulées à la base, rappellent exactement celles de *S. sibirica* Andr., sauf la soudure du périclypthe en plus.

Le cycle foliaire annuel est tout à fait celui de *S. bifolia* L. : deux ou trois feuilles ; une hampe ; une écaille sans limbe ; des pièces tubérisées d'une durée de quatre ou cinq ans ; un embrassement initial assez marqué, devenant d'environ une demi-circonférence ; des écailles à bords à peu près droits, se détruisant simultanément sur toute leur hauteur.

La seule différence végétative réside dans une aptitude à la production des caïeux bien plus marquée que chez *Scilla bifolia* L., mais pas plus que chez *Scilla amœna* L.

Puschkinia scilloides Adams paraît offrir des caractères du bulbe très voisins de ceux de *Chionodoxa*.

DÉFINITION DU TYPE BULBE « SCILLA BIFOLIA » L. — Le type de développement de bulbes que je dénomme *type bulbe* « *Scilla bifolia* » L. est caractérisé, non point tant par la valeur absolue du nombre des pièces de chaque cycle annuel, toujours petite cependant et un peu variable selon les individus de chaque espèce, même chez *S. bifolia* L., mais par les proportions des types de pièces : *une écaille sans limbe pour une ou deux écailles foliaires*. Il n'y a jamais de gaine. La durée des écailles tubérisées est de deux à cinq ans. En abrégé, selon la notation adoptée page 211, on peut écrire pour toutes les espèces de ce type :

$$\begin{aligned}\text{Cycle foliaire} &= (p \text{ à } 2 \ p) \text{ f. } \searrow + (p) \text{ é. s. l. } \searrow \\ \text{Bulbe} &= c_{N+1} + C_N + (2 \text{ à } 5) [C_{N-x}]\end{aligned}$$

La production des racines annuelles et simples sortant au niveau d'insertion des écailles les plus externes, le plateau ne persistant pas plus bas que ce niveau, l'embrassement moyen des écailles qui sont à bords relativement droits, sont les autres caractères communs aux bulbes groupés ici. La faiblesse des hampes florales décombantes après floraison, les bractées nulles ou très petites s'ajoutent pour compléter la définition d'un type comprenant non seulement un lot de Scilles, mais encore au moins une Hyacinthée, *Chionodoxa Luciliæ* Boiss.

§ 3. — Autres types divers de bulbes à renouvellement plurannuel.

Les autres bulbes de Scillées que j'ai examinés offrent une grande diversité. J'ai été amené à reconnaître parmi eux encore plusieurs types différents de développement. Faute d'avoir pu suivre la vie de plus de trente espèces de Scillées, y compris les espèces précédemment citées, je n'ai parfois pu trouver qu'une seule espèce pour définir certains types.

Pour abréger, je ne donnerai les éléments caractéristiques de l'évolution des bulbes de chaque espèce que par la formule déjà employée (Voir p. 211 le sens des symboles), et je remplacerai le plus possible les descriptions par des figures.

A. TYPE DE BULBES A RACINES SIMPLES, A ÉCAILLES A BORDS OBLIQUES EFFILÉS, A UNE SEULE ÉCAILLE SANS LIMBE PAR CYCLE. — *ORNITHOGALUM PYRENAICUM* L. en est un excellent exemple. C'est une grande plante des sous-bois argilo-calcaires, donnant une longue grappe de fleurs verdâtres. Le bulbe est à peine recouvert des débris des vieilles écailles, surtout au printemps, où l'humidité a fait disparaître les traces de celles qui avaient séché l'été précédent.

Les écailles se détruisent très progressivement par le sommet, de sorte que les plus internes sont les plus hautes et les plus externes sont réduites à des moignons courts (aspect « écailleux » des flores) (Voir fig. 24, *Op.*, p. 182).

L'embrassement à la base est variable : $2/5$ à $4/5$ de circonférence à peu près. La dernière écaille foliifère a toujours une base très embrassante, presque tuniquee. Mais toujours les bords sont effilés, témoignant que les parties anciennes de chaque écaille ne se sont pas adaptées à l'écartement croissant.

L'évolution foliaire d'*Ornithogalum pyrenaicum* L. peut être résumée ainsi :

Cycle foliaire = $6-10 f. \searrow + 1 é. s. l.$

Bulbe = $c_{N+1} + C_N + [C_{N-1}] + [C_{N-2}] + \text{fragments } [C_{N-3}]$.

Les jeunes bulbes sont tuniqueés et souvent allongés par l'effet de la traction des racines. Il n'y a presque jamais de

caïeux; la hampe est presque toujours unique, terminale. Elle reste dressée à la fructification.

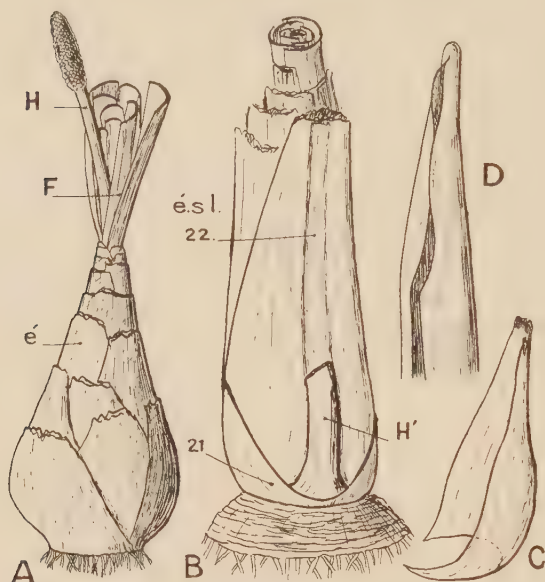


Fig. 47. — Bulbes d'*Ornithogalum pyrenaicum* L. (provenant de Melun, bois de Montaigu). — A, aspect extérieur au 10 avril 1928 : é, écailles externes se détruisant progressivement par le haut ; F, feuilles ; H, hampe florifère commençant à sortir du bulbe. — B, dissection d'un bulbe, au 22 décembre 1929 : 21, écaille foliifère ayant précédé une ancienne hampe florifère H', complètement embrassante par les bords obliques effilés qui se ferment à la manière de ceux d'une tunique largement fendue ; ésl 22, écaille sans limbe ayant en H' à son dos ; C, une écaille moyenne, forme la plus fréquente ; D, écaille sans limbe récente, encore très embrassante et pourvue de son mucron.

Ornithogalum narbonense L., espèce méridionale, plus robuste, à fleurs plus blanches, vivant plutôt dans les terres cultivées, mais voisine d'*O. pyrenaicum* L., n'offre aucune différence appréciable dans le bulbe. *O. sessiliflorum* Desf. (d'après des exemplaires vivants du Muséum) a aussi un bulbe presque identique : la dernière écaille

foliifère est encore plus nettement embrassante; sa base est même légèrement tuniqueée. Parfois, il y a une deuxième écaille sans limbe, qui représente alors la pièce précédant la hampe et n'ayant pas réussi à développer son limbe. La floraison est en effet assez tardive; le bourgeon floral ne s'organise comme tel que bien après la différenciation des ébauches foliaires.

B. TYPE DE BULBES A RACINES SIMPLES, A ÉCAILLES A BORDS DROITS OU PEU OBLIQUES, A UNE SEULE ÉCAILLE SANS LIMBE PAR CYCLE. — *HYACINTHUS ORIENTALIS* L. a un bulbe

subsphérique, à écailles bien appliquées (aspect « tuniqué » des flores). Les deux ou trois écailles externes sont pigmentées de rouge violacé avant de disparaître. Les écailles se détruisent par séries, et leur parenchyme se fond presque simultanément du sommet à la base, de sorte que les écailles externes sont aussi hautes que les internes ou même un peu plus (Cf. fig. 49, p. 224).

L'embrasement est considérable : $2/3$ à $4/5$ de circonférence ; la dernière écaille foliifère est presque recouvrante. Les bords sont droits, c'est-à-dire que l'embrasement se maintient de la base au sommet, malgré l'écartement considérable dû au volumineux épaissement des pièces tubérisées.

L'évolution foliaire de *Hyacinthus orientalis* L. est résumée ainsi :

Cycle foliaire = environ $5 f. \searrow + 1 é. s. l.$

$$\text{Bulbe} = {}^c_{N+1} + [C_N] + [C_{N+1}]$$

(au moment de la disparition
des limbes foliaires de l'année N).

On voit que la durée des pièces tubérisées est tout juste de deux ans.

Bellevalia romana Rchb. est une Hyacinthe sauvage des marais de la région méditerranéenne. Le bulbe est revêtu d'écailles noirâtres bien appliquées, peu nombreuses.

Les caractères d'embrasement, de forme des bords, de mode de destruction sont les mêmes que chez *Hyacinthus orientalis* L. Mais les écailles moins épaisses sont plus nombreuses et plus durables :

L'évolution foliaire de *Bellevalia romana* Rchb. est résumée ainsi :

Cycle foliaire = $3-6 f. \searrow + 1 é. s. l.$

$$\text{Bulbe} = {}^c_{N+1} + C_N + [C_{N-1}] + [C_{N-2}] + [C_{N-3}!]$$



Fig. 48. — *Hyacinthus orientalis* L., provenant du Muséum. La plante est en fruits : capsules grosses sphériques. Le bulbe est évidemment pluranuel.

Il y a souvent plusieurs hampes séparées par une feuille à limbe beaucoup plus petit, parfois très court.

Muscari comosum Mill., mauvaise herbe de toutes les cultures profondes, offre les mêmes caractéristiques d'embras-

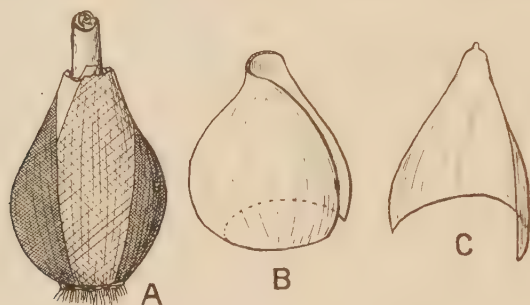


Fig. 49. — Bulbe de *Hyacinthus orientalis* L. (provenant du Muséum, au 6 juillet 1930). — A, aspect extérieur, les écailles les plus externes sont rouge violacé ; B, écaille externe, très embrassante, bords droits ; C, écaille sans limbe ayant encore son mucron.

sement considérable, de bords presque droits, de mode de destruction des écailles.

L'évolution foliaire de *Muscari comosum* Mill. est résumée ainsi :

Cycle foliaire = 3-4 *f.* + 1 *é. s. l.*

Bulbe = $c_{N+1} + C_N + [C_{N-1}] + [C_{N-2}] + [C_{N-3}] + [C_{N-4}]$.

Les deux ou trois écailles externes en cours de disparition sont teintées de rouge et fortement nervées.

C. TYPES DE BULBES A RACINES RAMIFIÉES, A UNE ÉCAILLE SANS LIMBE AU PLUS, A HAMPES FLORIFÈRES PORTANT UNE BRACTÉE BASALE INTRABULBAIRE. — Je réunis ici trois Scilles assez disparates, mais qui ont en commun les caractères énoncés ci-dessus. Il est probable qu'une étude d'espèces plus nombreuses amènerait à les séparer comme étant chacune des chefs de file de types différents.

SCILLA PRATENSIS W. et K. — La hampe raide, chargée de petites fleurs violacées, à petites bractées parfois dédoublées, les feuilles fermes, élancées, lui donnent un galbe tout spécial.

Le plateau est légèrement saillant et porte les racines ramifiées, vivaces, au-dessous des insertions des écailles les plus externes. Il y a au plus une ou deux écailles sèches autour du bulbe. La destruction est simultanée de haut en bas pour chaque écaille atteinte par la limite d'âge. L'embrassement est d'une demi-circonférence environ, les bords droits, la surface des écailles fortement nervée.

L'évolution foliaire de *Scilla pratensis* W. et K. peut être résumée ainsi :

Cycle foliaire = 3-5 *f.* + 1 *é. s. l.* ou avec limbe réduit.

Bulbe = $C_{N+1} + C_N + [C_{N-1}] + [C_{N-2}] +$ parfois partie de $[C_{N-3}]$.

Quand il y a plusieurs hampes, disposées

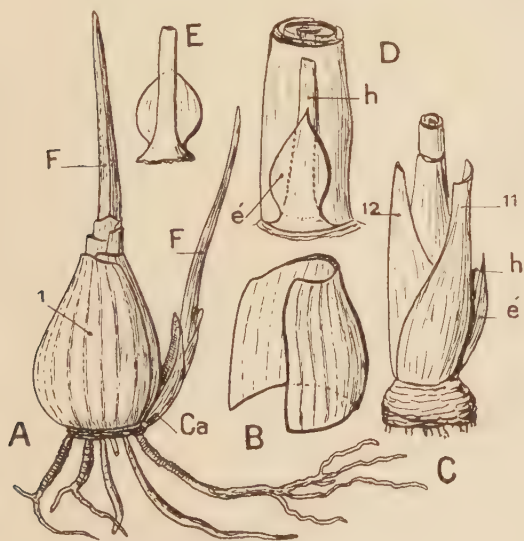


Fig. 50. — *Scilla pratensis* W. et K., provenant du Muséum. Écailles à nervures saillantes. Caïeu profond âgé de trois ans rejeté au dehors.

Fig. 51. — Bulbe de *Scilla pratensis* W. et K. (provenant du Muséum, au 15 janvier 1930).

— A, aspect extérieur, racines ramifiées : 1, écaille la plus externe, fortement nervée ; Ca, caïeu âgé de deux ans, d'origine interne, maintenant situé à l'extérieur du bulbe ; F, feuilles nouvelles ; B, forme d'une écaille externe ; C, aspect après dissection ; h, ancienne hampe florifère, vue de dos ; é, la bractée intrabulbaire ; 11, 12, écailles foliifères ayant succédé à h ; D, la plus récente hampe florifère ; h, vue de dos ; é, la bractée intrabulbaire ; E, une autre ancienne hampe florifère et sa bractée, vues par la face ventrale.

en cyme condensée l'une par rapport à l'autre, elles sont séparées par une feuille verte. Le trait le plus remarquable est la présence constante d'une bractée bien développée, insérée à 1-2 millimètres au-dessus de la base de la hampe. Parfois même cette bractée se tubérise et s'ajoute en supplé-

ment dans la série des pièces nourricières. Au-dessus de la bractée intrabulbaire, la hampe est nue jusqu'aux fleurs.

Je n'ai pu observer tous ces caractères dans certaines espèces de l'herbier du Muséum que je rapprocherais pourtant volontiers de *S. pratensis* W. et K., mais sous toutes réserves, par leur consistance, leur port, la forme de leurs écailles. Ce sont *S. Berthelotii* Webb. et *S. hæmorroidalis* Webb.



Fig. 52. — *Scilla verna* Huds. provenant de Gèdre, Hautes-Pyrénées. Bulbe plurannuel, racines ramifiées, longues bractées simples.

SCILLA VERNA Huds. est menue comme *S. bifolia* L. Ses jolies fleurs bleu pâle en corymbe l'avaient fait appeler *S. umbellata* par le botaniste pyrénéen Ramond. Elle porte une longue bractée sous chaque fleur. Les feuilles sont linéaires, assez fermes, sa hampe raide.

Le bulbe, petit, est enveloppé dans un certain nombre d'écailles sèches grisâtres dont l'épiderme est relativement marcescent.

Le plateau est à peine en saillie. Les racines, ténues, sont partiellement ramifiées et portent souvent des nodosités.

L'embrasement des écailles est d'une demi-circonférence au moins à presque une circonférence pour la dernière ou l'avant-dernière écaille foliifère. Les bords sont légèrement obliques, point effilés.

L'évolution foliaire de *Scilla verna* Huds. peut être résumée ainsi :

Cycle foliaire = 4-6 *f.* + [(1 *é. s. l.*) facultative.]

Bulbe = $c_{N+1} + C_N + [C_{N-1}] + [C_{N-2}] + [C_{N-3}] + \Sigma$ écailles vides.

Il y a fréquente production de caïeux.

Il y a souvent plusieurs hampes, disposées en cyme condensée. Chacune porte une bractée de base, intrabulbaire, en général très effilée, parfois grande, parfois à peine visible.

Un fait important montre que cette bractée porte la possibilité d'un bourgeon axillaire : il arrive en effet qu'un caïeu naisse à son aisselle, entre elle et l'ancienne hampe qui la portait tout près de sa base.

S. odorata Link, *S. monophyllos* Link, *S. lusitanica* L., dans l'herbier du Muséum, m'ont paru, sous toutes réserves, se rapprocher de *Scilla verna* Huds., comme port, bractées, hampe, racines, aspect extérieur du bulbe.

SCILLA LILIO-HYACINTHUS L. est une plante vigoureuse des hauteurs de montagne. Les feuilles sont amples, spathulées, molles ; les hampes fermes portent une belle grappe de fleurs bleues subcampanulées, unibractéées (et non à deux bractées, comme l'écrivit C. S. Kunth, 1843).

Le bulbe n'a l'aspect d'aucun autre parmi les Scilles : il porte trente à quarante écailles bâillantes, jaune vif, comme celles d'un Lis Martagon (Voir fig., 54 et Pl. I, fig. S. L.). Mais ce sont des écailles foliifères anciennes et non, comme dans le Lis, des écailles aphylls promptement caduques.

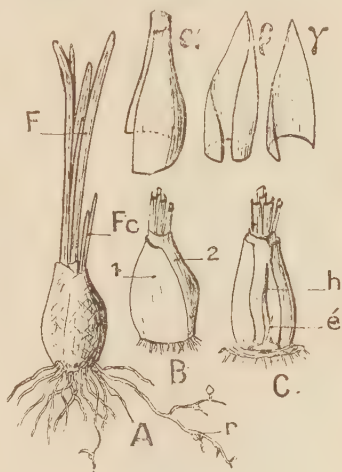


Fig. 153. — Bulbe de *Scilla verna* Huds. [cultivé au Muséum et provenant de Gèdre (Hautes-Pyr.), au 31 janvier 1930]. — A, aspect extérieur : *r*, racines ramifiées, avec tubérosités ; *F*, feuilles nouvelles ; *Fc*, feuilles d'un caïeu aterne. — B, aspect après avoir enlevé les quelques écailles externes mortes et sèches : 1 et 2, premières écailles externes tubérisees. — C, aspect après dissection ; *h*, une ancienne hampe, ayant à son dos une toute petite bractée *é* (qui peut parfois manquer) ; *α*, écaille moyenne ; *β*, écaille sans limbe à l'origine d'un caïeu, très embrassante ; *γ*, écaille sans limbe, peu embrassante, succédant souvent aux hampes florales.

Leur disposition tient à la fois à la forme du plateau et à la répartition de leur épaisseur.

Le plateau, saillant et porteur inférieurement de fortes racines ramifiées, s'élargit très peu ; il est donc cylindrique en dessous du disque apical. Les bases très minces des écailles sont donc l'une en dessous de l'autre, et non l'une derrière l'autre, tandis que leurs régions moyennes, très épaisses, se repoussent toutes mutuellement.



fig. 54. — *Scilla Lilio-Hyacinthus* L. provenant de Luchon. Bulbe plurannuel à aspect « écailleux » ; longues bractées florales.

De plus les écailles, nées très embrassantes, ne s'élargissent plus du tout après un an ou deux. Leur base seule garde aisément son embrassement autour d'un plateau qui n'augmente pas de diamètre. Ces modes de croissance des écailles et du plateau sont, à ma connaissance, uniques parmi les Scillées.

La destruction des écailles se fait par une fonte totale et assez soudaine à un âge avancé : quatre ou cinq ans.

L'évolution foliaire de *Scilla Lilio-Hyacinthus* L. peut être résumée ainsi :

Cycle foliaire = 6-8 f. $\searrow$ + 1 é. s. l.

Bulbe $C_{N+1} + C_N + [C_{N-1}] + [C_{N-2}] + [C_{N-3}] + [C_{N-4}] + [C_{N-5}.$

La hampe florale porte une minuscule bractée intrabulbaire, presque à la base même.

D. TYPE DE BULBES TRÈS GROS, A RACINES RAMIFIÉES, NAISSANT LOIN EN DESSOUS DES ÉCAILLES SUR UN PLATEAU

PERSISTANT EN LONG RHIZOME. ÉCAILLES A BORDS EFFILÉS A LA FIN. HAMPES (QUAND ELLES SONT PLUSIEURS) DISPOSÉES EN GRAPPE CONDENSÉE. — *SCILLA PERUVIANA* L. belle

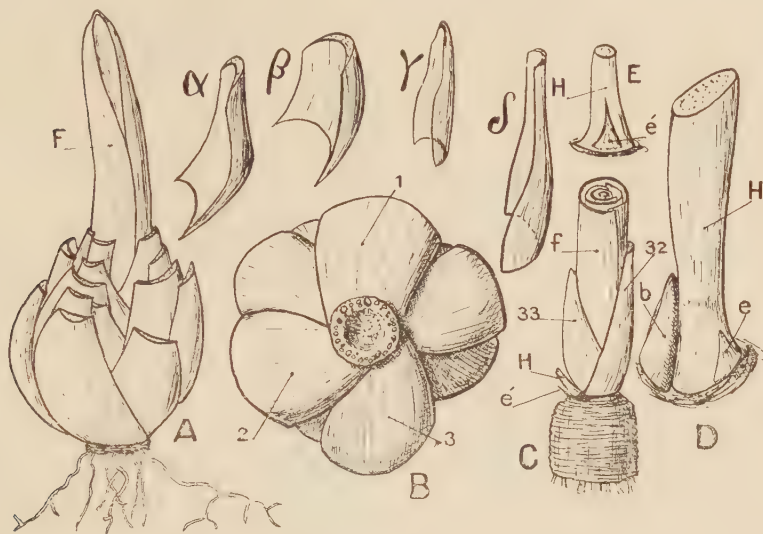


Fig. 55. — Bulbe de *Scilla Lilio-Hyacinthus* L. (A et B, au 30 juin 1930, cultivé au Muséum et provenant de Luchon ; C, D, E, au 15 mai 1930, provenant de Gèdre, Hautes-Pyrénées). — A, aspect extérieur : racines ramifiées écaillés bâillantes, F, jeunes feuilles ; B, le même vu par-dessous montrant le plateau de petit diamètre, sur lequel sont insérées les écaillés 1, 2, 3, etc. ; C, après dissection, forme cylindrique du plateau ; H, hampe florifère, de l'année précédente, avec petite bractée ϵ à son dos ; 32, écaille foliifère ayant précédé H et l'embrassant ; 33, écaille sans limbe ayant H à son dos et embrassant les feuilles f de l'année en cours ; D, E, hampes florifères de l'année en cours, avec la petite bractée ϵ à leur dos ; b , bourgeon continuant le bulbe, enveloppé dans une écaille sans limbe ; α et β , écaillés externes ; γ écaille sans limbe ; δ , écaille moyenne.

et grande plante ornementale, originaire du pourtour méditerranéen, et nullement du Pérou, présente les caractères d'un autre type de bulbe dont je viens d'énoncer les principaux traits distinctifs.

La hampe raide et grosse, à fleurs nombreuses en corymbe, les feuilles luisantes, épaisses, larges, nombreuses, lui donnent un aspect tout particulier.

Les bulbes d'une même touffe sont reliés entre eux par le plateau très longtemps persistant en rhizome ramifié. Chacun d'eux, né soit d'un caïeu latéral, soit d'une division centrale d'un gros bulbe, a commencé par porter peu de feuilles, puis davantage, puis par fleurir avec une seule hampe, puis avec hampes multiples, pour finir par se diviser à nou-

veau. L'histoire du bulbe n'est donc pas une répétition de cycles annuels identiques et superposés, mais de cycles croissants, jusqu'à division du bulbe devenu trop gros.

L'évolution foliaire des cycles successifs $C_1, C_2, \dots, C_N$, se résume ainsi :

$$C_1 = 3-5 \text{ f. } \searrow$$

$$C_2 = 4-8 \text{ f. } \searrow$$

$$C_3 = 6-10 \text{ f. } \searrow (+ 1 \text{ hampe}) + 1 \text{ é. s. l.}$$

$$C_4 = 8-12 \text{ f. } \searrow (+ 1 \text{ hampe facultative}) + 1 \text{ é. s. l.}$$

$$C_5 = 10-14 \text{ f. } \searrow (+ 2-4 \text{ hampes}) \text{ puis se divise ou continue encore de même.}$$

$$\text{Bulbe} = c_{n+1} + C_N + [C_{N-1}] + [C_{N-2}] + [C_{N-3}].$$

Les écailles sont grosses, blanches, tirant sur le jaune à la base, à odeur vireuse dans la race des jardins à feuilles glabres, à odeur de Violette et à marbrures bistre doré dans une race sauvage reçue d'Oran, à feuilles ciliées au bord.

Les bases des écailles conservent l'embrassement élevé du début, malgré le considérable accroissement de diamètre du plateau. Mais les écailles de plus d'un an cessent, au-dessus de leur base, de s'élargir, et ont ainsi des bords effilés, parfois sinueux par l'effet d'une petite poussée de croissance tardive et localisée.

La hampe est toujours terminale et porteuse d'une à trois ou quatre bractées de base, intrabulbaires, minces, grandes, aiguës et translucides. Quand il y a plusieurs hampes, la disposition de ramification en grappe condensée décrite page 193, (fig. 33 *b* et *c*), est réalisée typiquement.

Les feuilles paraissent dès l'automne : les premières étaient déjà ébauchées avant l'été, tout aussitôt après la floraison (en juin à Angers, en avril à Antibes) ; souvent même, dès ce moment, elles avaient montré leur limbe. Elles subsistent jusqu'à la saison sèche suivante.

Dans l'herbier du Muséum, j'ai relevé *S. Cupani* Guss., et, avec un peu moins de certitude, *S. villosa* Desf. comme présentant des caractères du bulbe communs avec *S. peruviana* L.

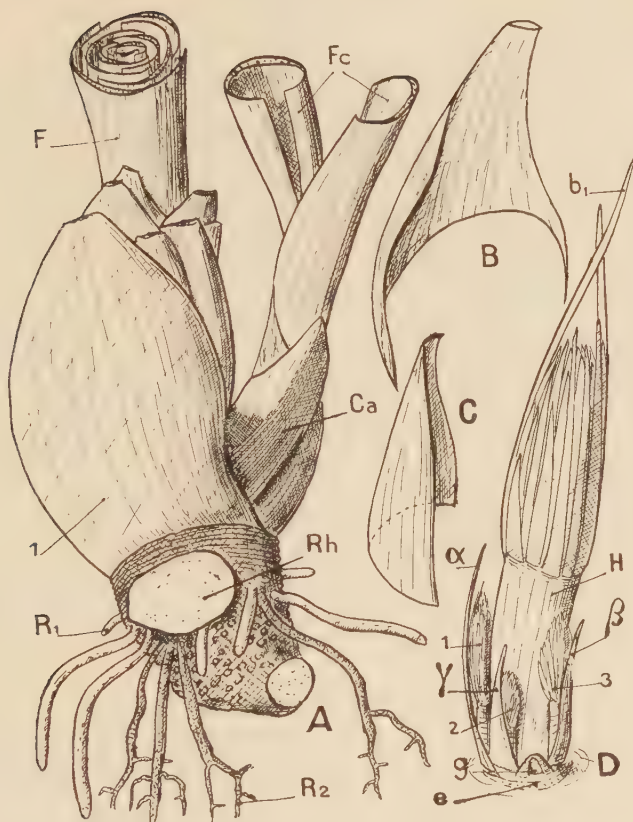


Fig. 56. — Bulbe de *Scilla peruviana* L. (provenant de la Mauléverie, Arboretum G. Allard, Institut Pasteur, Angers, au 26 février 1930). — A, aspect extérieur; F, feuilles; Fc, feuilles du cafeu Ca, enveloppé à la base dans deux écailles sans limbe; 1, écaille la plus externe; R₁, racines nouvelles, simples; R₂, racines anciennes, grises, ramifiées, insérées plus bas; en dessous de leur insertion, se voient les cicatrices des racines encore plus anciennes. On voit le plateau persistant en long rhizome ramifié, avec cicatrices des ramifications Rh; B, écaille externe, forme ordinaire à bords effilés; C, écaille moyenne, à bords encore droits; D, vue détaillée de l'insertion des jeunes hampes florales; H, hampe principale, terminale; g, bourgeon latéral, relayant le bulbe, situé entre H et la cicatrice de la dernière écaille foliifère e; 1, 2, 3, hampes florifères latérales à H, situées à l'aisselle des bractées intrabulbaires α , β , γ . Voir figure 33 b, p. 193, le diagramme de cette disposition des hampes en grappe condensée. — Sur la figure D, les chiffres 2 et 3 ont été intervertis.

TABLEAU DU CLASSEMENT DES TYPES DE BULBES DES SCILLÉES

N. B. — Rappel de quelques abréviations :

C_N = cycle foliaire ayant ses limbes verts l'année N et en cours de tubérisation ; $g.$ = gaine ; $f.$ = pièce foliifère ; *é. s. l.* = écaille sans limbe. — c_{N+1} = cycle foliaire à l'état de bourgeon, devant pousser l'année $N+1$; $[C_N-x]$ = cycle foliaire tubérisé ayant végété l'année $N-x$; $[C_N-y]$ = Cycle foliaire mort et desséché, ayant végété l'année $N-y$.

✕ Bulbes à renouvellement annuel total. Au moins les pièces externes tuniquées. Racines annuelles simples.

♣ Cycle foliaire commençant par des gaines, et comportant de nombreuses écailles sans limbe. Tuniques coalescentes en hauteur et en largeur. TYPE BULBE *Endymion nutans*.

$$C_N = 1-3 g. + 4-12 f. + 3-5 \text{ é. s. l.}$$

✕ Racines perçant assez haut les parois latérales des tuniques jusqu'à mi-hauteur du bulbe.

Endymion nutans Dum., *E. campanulatus* Parl., *E. cernuus* Dum., *E. patulus* Dum., *E. Gedretorum* Pomel.

✕ Racines perçant le bulbe au dessous du tiers inférieur.

Scilla italica L., *S. lingulata* Poir., et probablement *S. Aristidis* Coss., *S. vincentina* L. et H., *S. Kabylica* Chab. *Camassia* pl. sp.

Hyacinthus amethystinus L., et races voisines, *H. fastigiatus* Bertol.

♣ Cycle foliaire ne comportant pas de gaines et normalement dépourvu d'écailles sans limbes.

○ Tuniques coalescentes par les bords, mais pas en hauteur. TYPE BULBE *Ornithogalum umbellatum*.

Ornithogalum umbellatum (L.) G. G., *O. tenuifolium* Guss., *O. divergens* Bor., etc.

○ Tuniques libres. Pièces internes fendues (écailles). TYPE BULBE *Ornithogalum nutans*.

Ornithogalum nutans L.

✱ Bulbes à renouvellement progressif plurannuel. Rien que des écailles (sauf durant le jeune âge où les pièces sont tuniquées). Écailles libres entre elles.

- ♣ Cycle foliaire commençant par des gaines. De nombreuses écailles sèches à l'extérieur du bulbe. Floraison automnale ; hampe raide, extérieure à l'embrassement des feuilles.

Racines vivaces ramifiées. Écailles très embrassantes, à bords droits ou obliques. TYPE BULBE *Scilla autumnalis*. — $C_N = 1-3 \text{ g.} + 4-8 \text{ f.} + 1 \text{ é. s. l.}$ Bulbe $= c_{N+1} + C_N + [C_{N-1}] + [C_{N-2}] + [C_{N-3}] + [C_{N-4}] + \Sigma [C]$

Scilla autumnalis L., *S. obtusifolia* Poir., probablement *S. Holzmannia* Heldr., *S. Hanburii* Bak.

S. numidica Poir. voisine de ce type.

- ♣ Cycle foliaire toujours dépourvu de gaines. Jamais tant d'écailles sèches à l'extérieur du bulbe. Floraison ordinairement vernale ; hampe presque toujours embrassée par toutes les feuilles.

✱ Écailles moyennement embrassantes, à bords droits ou peu obliques. Très peu d'écailles sèches à l'extérieur. Racines annuelles simples. Floraison très précoce, hampes décombantes. TYPE BULBE *Scilla bifolia*. — $C_N = (p \text{ à } 2p) \text{ f.} + (p) \text{ é. s. l.}$ — Bulbe $= c_{N+1} + C_N + (2 \text{ à } 5) [C_N]$.

Scilla bifolia L. et *Chionodoxa Luciliae* Boiss. ($C_N = 2-3 \text{ f.} + 1 \text{ é. s. l.}$ — Bulbe $= c_{N+1} + C_N + (4-5) [C]$). — *S. sibirica* Andr. et *S. cilicica* Siehe ($C_N = 3-4 \text{ f.} + 2-3 \text{ é. s. l.}$ — Bulbe $= c_{N+1} + C_N + (2-3) [C]$). — *S. amæna* L. ($C_N = 3-5 \text{ f.} + 3-5 \text{ é. s. l.}$ — Bulbe $= c_{N+1} + C_N + 2 [C]$).

Et probablement *S. messeniaca* Boiss., *S. puschkinoides* Regel, etc.

✱ Écailles à bords obliques effilés d'embrassement variable. Peu d'écailles sèches à l'extérieur, mais écailles se détruisant progressivement du sommet à la base. Racines annuelles simples. Floraison de la fin du printemps, hampes raides. TYPE BULBE *Ornithogalum pyrenaicum*. — $C_N = 6-10 \text{ f.} + 1 \text{ é. s. l.}$ — Bulbe $= c_{N+1} + C_N + [C_{N-1}] + [C_{N-2}] + \text{fragments } [C_{N-3}]$.

Ornithogalum pyrenaicum L., *O. narbonense* L., *O. sessiliflorum* Desf., etc.

✱ Écailles très embrassantes, à bords droits. Peu d'écailles

sèches à l'extérieur, mais ordinairement pigmentées et se détruisant chacune en bloc. Racines annuelles simples. Hampes souvent raides. TYPE BULBE *Hyacinthus orientalis*. — $C_N = 3-6 f. + 1 é. s. l.$ — Bulbe = $c_{N+1} + C_N + [C_{N-1}] + \dots$ selon les espèces.

Hyacinthus orientalis L. (Bulbe = $c_{N+1} + [c_N] + [c_{N-1}]$).

Bellevalia romana Rchb., etc. (Bulbe = $c_{N-1} + C_N + [C_{N-1}] + [C_{N-2}] + [C_{N-3}]$).

Muscari comosum Mill. (Bulbe = $c_{N+1} + C_N + [C_{N-1}] + \dots + [C_{N-4}]$).

✱ Écailles d'embrasement variable, rarement considérable, à bords droits, parfois effilés. Racines vivaces, ramifiées. Hampes florifères raides avec une bractée basale intrabulbaire. — $C_N = 4-10 f. + 1 é. s. l.$ facultative. — Bulbe = $c_{N+1} + C_N + p [C] + \dots$ selon les espèces.

✧ Peu d'écailles sèches ; embrasement moyen ; bords droits ; feuillage assez raide.

Scilla pratensis W. et K.

Et probablement *S. Berthelotii* Webb.
et *S. hæmorrhoidalis* Webb.

✧ Des écailles sèches assez nombreuses ; embrasement moyen ; bords peu obliques ; feuillage souple.

Scilla verna Huds.

Et peut-être *S. odorata* Link, *S. monophyllos* Link, *S. lusitanica* L.

✧ Écailles jaunes, bâillantes, à bords droits, effilés à la base. Plateau petit et cylindrique. Feuillage mou.

Scilla Lilio-Hyacinthus L.

✱ Bulbe très gros. Écailles externes à bords obliques très effilés, se détruisant du sommet à la base en une courte phase. Plateau gros, persistant en long rhizome ramifié. Racines insérées très bas sur le plateau, vivaces et ramifiées. Hampes grosses, raides, sortant des bractées basales intrabulbaires, disposées les unes par rapport aux autres, quand elles sont plusieurs, en grappe condensée.

TYPE BULBE *Scilla peruviana*. — $C_N > C_{N-1} > C_{N-2}$. Dans le bulbe fleurissant $C_N = 8-14 f. + 1 é. s. l.$ — Bulbe = $c_{N+1} + C_N + [C_{N-1}] + [C_{N-2}] + [C_{N-3}]$.

Scilla peruviana L. et probablement
S. Cupani Guss. et *S. villosa* Desf.

TROISIÈME PARTIE

PHÉNOMÈNES DE CROISSANCE ENVISAGÉS COMME CARACTÈRES SPÉCIFIQUES

Dans les deux parties précédentes, j'ai considéré la forme et la structure des bulbes et de leurs plantules pour y définir des types morphologiques. Dans cette troisième partie, je veux montrer que des phénomènes divers de croissance peuvent encore servir à caractériser les espèces et les groupes d'espèces, non plus tant par des aspects de morphologie statique, mais par leur allure dynamique.

Ainsi, la multiplication végétative ou bourgeonnement, et les réactions de croissance aux traumatismes ou régénérations sont deux phénomènes de croissance dont la manière d'être ou le comportement me permettra de compléter les types de développement esquissés précédemment. C'est encore dans l'allure de la répartition des poids des écailles sur les bulbes que je trouve une expression globale du résultat complexe de toute la croissance capable de donner des caractères spécifiques.

Les trois chapitres de la troisième partie seront donc consacrés aux modalités du bourgeonnement, aux modalités de la régénération et à l'allure de la répartition des poids des écailles.

CHAPITRE PREMIER

MODALITÉS DU BOURGEONNEMENT

Les plantes sont, d'ordinaire, pourvues de fortes aptitudes à la multiplication végétative. Je n'envisage d'abord que celle qui résulte, pour les bulbes des Scillées, de l'activation de bourgeons préexistants devenant ensuite des bulbes indépendants.

§ 1. — Production de caïeux latéraux.

ORIGINES ET RÈGLES D'ORIENTATION. — Il n'y a pas, en général, de bourgeon quiescent bien individualisé à l'aisselle des écailles des bulbes, faute d'entre-nœuds pour leur en laisser la place. Mais il existe, à la base de toute pièce foliaire, une couronne de méristème détaché du méristème terminal. Son activité, qui produit l'allongement principal de l'organe appendiculaire, reste maxima dans le plan de symétrie et peut toujours reprendre les caractères de croissance du méristème primitif, produire un nouvel axe, un nouveau bulbe. Ce sont les « caïeux » définis par leur origine latérale ou axillaire, plus ou moins loin du centre du bulbe.

Deux règles président à la disposition du nouvel axe, qui est semblable à celle des bourgeons latéraux ordinaires des tiges allongées.

1^o La polarité originelle est conservée ; la première feuille produite se détache en regard de la face ventrale de la feuille axillante ;

2^o En général, l'orientation de la nouvelle spirale phyllotaxique est inversée. Si le bulbe-mère est dextre, ses caïeux sont senestres, et réciproquement.

Hors de ces règles, il y a place pour une extrême variabilité dans la production des caïeux. L'influence du milieu ou des circonstances est considérable ; ainsi la suppression du point végétatif central accélère le bourgeonnement latéral comme G. Vigier (1906) l'observait sur la tige du Lis blanc, et comme l'avaient remarqué depuis longtemps les jardiniers sur la Jacinthe. Néanmoins, on peut dégager des modalités spéci-

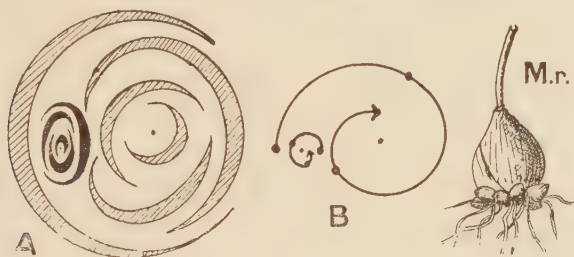


Fig. 57. — A, B, orientation des caïeux, diagramme et schéma; Mr, un exemple des caïeux externes chez *Muscari racemosum* Mill.

ifiques constituant des types assez distincts. Par eux seuls, les phénomènes de bourgeonnement n'auraient pas permis la définition des types de développement solidement étayée sur la constitution morphologique des bulbes et des plantules ; mais ils permettent d'y apporter d'intéressants compléments.

ESPÈCES PRODUISANT SURTOUT DES CAÏEUX EXTERNES, PÉRIPHÉRIQUES. — Certaines espèces produisent les caïeux presque exclusivement à la périphérie du bulbe. C'est seulement à l'instant de se flétrir que l'écaïlle emploie la dernière activité de son méristème de base à la production d'un bourgeon. Il se fait ainsi parfois un grand nombre de caïeux périphériques formant toute une couronne autour du bulbe principal, à peine protégés sous les dernières écailles, bientôt à nu (Voir fig. 57, Mr, et Pl. IV, fig. Mr). Leur nombre est accru quand des émissions supplémentaires de caïeux se produisent à la base des nervures latérales.

Les premières pièces de ces caïeux sont en général dépourvues de limbe ; ce sont, le plus souvent, des pièces engainantes, tuniquées, du moins à la base. Peu après leur production, les caïeux périphériques se détachent du bulbe-

mère et deviennent indépendants. Ils poussent des racines qui leur sont propres, au plus tard un an après l'apparition de leur première ébauche. Cette précocité et la disposition en-gainante les ont fait souvent comparer aux plantules.

Beaucoup de Liliacées (*Allium*, *Lilium*, etc.) et surtout, parmi les Scillées, certains *Ornithogalum* du groupe d'*O. umbellatum* (L.) G. G., *O. divergens* Bor., *O. paterfamilias* Godr., etc. (mais non *O. tenuifolium* Guss.), et encore *O. arabicum* L., *O. nutans* L., et les *Muscari* du groupe de *M. racemosum* Mill., à des degrés divers réalisent un tel mode de bourgeonnement.

ESPÈCES PRODUISANT SEULEMENT DES CAÏEUX INTERNES PLUS OU MOINS PROFONDS. — Plus fréquemment, ce sont les bases des pièces plus internes, appartenant à des écailles encore bien tubérisées, qui fournissent des caïeux en pleine profondeur du bulbe. Ces caïeux sont toujours isolés. Il s'en produit, au maximum, un ou deux par cycle foliaire annuel.

De tels caïeux restent plus ou moins longtemps emboîtés entre les écailles du bulbe, jusqu'à ce que celle qui les a produits ait achevé sa durée sur le bulbe. Pendant tout ce temps, les plateaux des caïeux restent liés à celui du bulbe principal et ne donnent pas de racines.

D'ordinaire, les premières pièces de ces caïeux sont sans limbe, mais ce sont des écailles très embrassantes, rarement des tuniques : *Scilla verna* Huds. est remarquable par son aptitude à produire des caïeux dont la première pièce porte un limbe. *Scilla bifolia* L. fait de même exceptionnellement. Les méristèmes producteurs gardent ici, mieux que dans le cas des caïeux périphériques, les aptitudes du méristème primitif à donner d'emblée des pièces foliifères.

Tous les bulbes que j'ai étudiés sont capables de présenter des caïeux de cette catégorie. Mais chez certains (*Ornithogalum pyrenaicum* L., *O. narbonense* L., *O. sessiliflorum* Desf., *Muscari comosum* Mill.), ils sont rarissime, tandis qu'ils sont très fréquents chez *Scilla verna* Huds., *S. pratensis* W. et K., *S. Lilio-Hyacinthus* L., *S. peruviana* L., et plus ou moins communs chez les autres. Le bourgeonnement particulier des bulbes du type *Endymion* sera décrit page 247.

Chionodoxa Luciliae Boiss. offre la particularité de donner assez régulièrement un caïeu à la base de la première écaille foliifère de chaque cycle quand elle a trois ans.

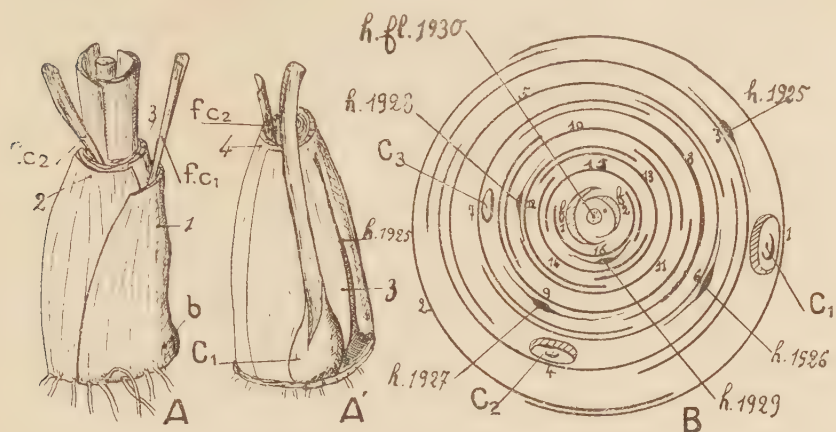


Fig. 58. — *Chionodoxa Luciliae* Boiss., exemple de caïeux internes. — A, aspect extérieur; A', après dissection des deux premières écailles, B, diagramme de l'ensemble du bulbe. — Exemple provenant du Muséum, au 19 mars 1930 : 1, 2, 3, etc., écailles numérotées à partir de l'extérieur; h. 1925, h. 1926, etc., hampes florifères des années correspondantes; c₁, c₂, c₃, caïeux numérotés de dehors en dedans, avec fc, etc., leurs feuilles.

Chez *Scilla peruviana* L., les plateaux des caïeux devenus bulbes gardent pendant de nombreuses années leur insertion sur le plateau principal.

Scilla verna Huds. présente quelquefois la particularité de caïeux nés à l'aisselle d'une bractée basilaire de la hampe, comme il a été dit plus haut (p. 227).

ABSENCE DE CAÏEUX PÉDICULÉS ET DE DRAGEONS. — Les drageons sont des « stolons souterrains ». Fréquents chez les Tulipes, les *Erythronium* (A. Roberston 1906), où ils servent à rétablir le niveau normal de profondeur du bulbe, ils manquent sans doute aux Scillées. En tout cas, je ne les ai jamais observés. Je n'ai pas vu non plus de bourgeons à géotropisme négatif comme ceux de la Colchique, contrairement à l'opinion de G. Bonnier, rapportée par M. H. Devaux (1890) disant avoir vu « de mêmes bulbes pédicellés dans la « Jacinthe des bois (*Hyacinthus silvestris*) » (sic).

§ 2. — Activation de bourgeons centraux, subterminaux.

Un autre mode, biologiquement très différent, est la division du bulbe, au centre même, en plein méristème primitif : au cœur des écailles centrales les plus récentes, le bulbe se divise en deux points végétatifs de même âge et, physiologiquement, presque équivalents.

Les deux bourgeons produisent chacun un plateau porteur d'une série de cycles foliaires ; ils restent très longtemps enveloppés dans les écailles ou tuniques communes qui les entourent. Au contact l'un de l'autre, les deux nouveaux bulbes se déforment en présentant une surface plane d'accolement.

Au premier abord, cette division du bourgeon terminal juste par le sommet paraît dichotomique.

Il n'en est rien : le phénomène résulte du développement soit d'un bourgeon latéral aussitôt formée sa feuille axillante, soit de deux bourgeons latéraux immédiatement consécutifs au bourgeon terminal transformé en hampe.

DIVISION DU BULBE A L'OCCASION D'UNE HAMPE FLORIFÈRE UNIQUE. — On observe un bourgeon de part et d'autre de la hampe florale, chacun lui tournant le dos de sa première écaille. L'un de ces deux bourgeons est toujours embrassé par la pièce la plus interne, embrassant en même temps la hampe florifère ; c'est le dernier bourgeon latéral, celui qui existerait seul dans le cas habituel où le bulbe se prolonge par un simple sympode. L'autre est en dehors de la dernière pièce embrassant la hampe ; c'est le bourgeon axillaire de la pièce précédente, le bourgeon supplémentaire.

En règle, le bourgeon normal est le plus vigoureux et continue le sens de la spirale phyllotaxique du bulbe ; le bourgeon supplémentaire est plus faible ; sa phyllotaxie est inversée. Il est très rare que cette règle soit intervertie.

Ce mode de division existe chez tous les bulbes que j'ai observés, mais il est rare chez ceux du type *Endymion* et très fréquent, au contraire, chez ceux du type *Scilla bifolia* L. (Voir Pl. IV, fig. 8 b).

DIVISION DU BULBE A L'OCCASION DE PLUSIEURS HAMPES FLORALES. — Un premier bourgeon latéral s'active. C'est le bourgeon supplémentaire. Le bourgeon terminal produit encore une pièce foliaire, puis se transforme en hampe florifère, embrassée par cette dernière pièce. Son bourgeon

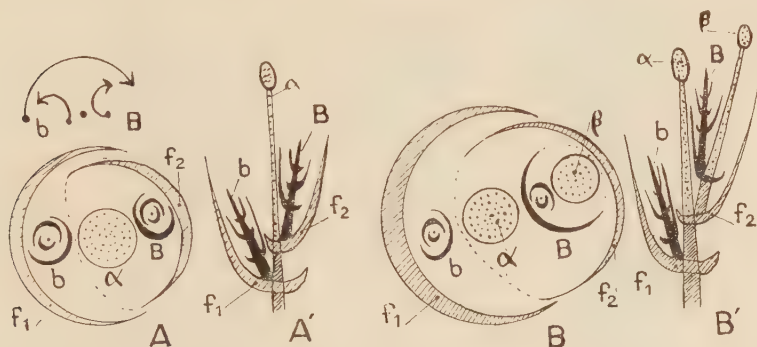


Fig. 59. — Division du bulbe au centre même, d'apparence dichotome. — A, à l'occasion d'une hampe florifère unique, cas le plus fréquent : f_1 , écaïlle foliifère embrassant l'ensemble ; f_2 , écaïlle foliifère n'embrassant que le bourgeon normal B qui lui est axillaire, et la hampe florifère, α ; b , bourgeon supplémentaire axillaire à f_1 ; A', représentation schématique de A en donnant quelque longueur aux entre-nœuds ; B, division à l'occasion de deux hampes florifères α et β ; B', représentation avec entre-nœuds allongés.

axillaire produit une écaïlle, qui reste généralement courte et à l'aisselle de laquelle se développe le bourgeon principal, tandis que l'extrémité se transforme en la deuxième hampe.

Ce cas est assez fréquent chez *Scilla peruviana* L.

DIVISION DU BULBE INDÉPENDAMMENT DE LA FLORAISON. — Un bourgeon latéral se développe en même temps que sa tunique axillante est produite par l'apex. Il est ainsi, physiologiquement, de même âge que le bourgeon terminal, mais il inverse le sens de la phyllotaxie (Cf. fig. 60, p. 242).

Morphologiquement, c'est une ramification ; trophiquement, c'est une dichotomie.

Endymion, *Scilla italica* L., réalisent assez souvent ce mode de division à l'intérieur de la première gaine. Les deux nouveaux bourgeons commencent alors chacun par la deuxième gaine.

§ 3. — Comparaison des modes de bourgeonnement.

Les résultats précédents peuvent être réunis en un tableau

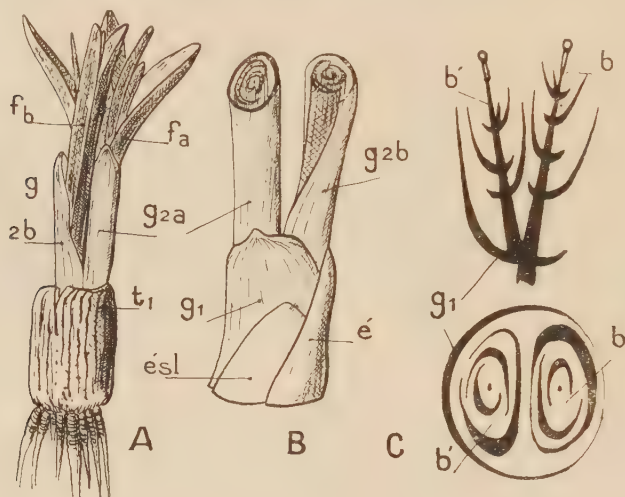


Fig. 60. — Division du bulbe d'apparence dichotome en dehors de la floraison. — A, *Scilla italica* L. (*Endymion it. Nob.*), cultivé au jardin de l'École normale supérieure, provenant de Caussols (Alpes-Maritimes), au 30 janvier 1930, présentant ce phénomène; B, dissection du même : t_1 , tunique la plus externe; $é$, avant-dernière écaille sans limbe; $ésl$, dernière écaille sans limbe; g , première gaine, embrassant les deux bourgeons; g_{2a} et g_{2b} , deuxième gaine, de chacun des deux bourgeons; f_b , f_a , feuilles nouvelles de chacun des deux bourgeons; C, diagramme et schéma général de ce mode de division du bulbe; g_1 , pièce foliaire embrassant les deux bourgeons; b , terminal et b' , axillaire.

résumé, avec indication entre parenthèses de la fréquence des phénomènes pour chaque espèce (1).

✕ Multiplication par caïeux (bourgeonnement latéral).

♣ Caïeux profonds :

Scilla bifolia L. (AR), *S. sibirica* Andr. (CC), *S. cilicica* Siehe (CC), *S. amœna* L. (CC), *Chionodoxa Luciliae* Boiss. (CC).

Scilla verna Huds. (CC), *S. pratensis* W. et K. (CC), *S. Lilio-Hyacinthus* L. (C).

Scilla peruviana L. (CC).

Et, Rou AR, pour les espèces de la catégorie suivante.

(1) CC = très commun; C = commun; AR = assez rare; R = rare; RR = très rare.

♠ Caïeux périphériques, externes :

Muscari racemosum Mill. (CC), et autres *Muscari* de la section *Botryanthus* Bak.

Ornithogalum arabicum L. (C).

Ornithogalum nutans L. (C).

Ornithogalum umbellatum (L.) G. G. (C), *O. divergens* Bor. (C), *O. paterfamilias* Godr. (CC).

♠ Jamais ou presque jamais de caïeux ; ils sont rares ou très rares chez les espèces suivantes :

Ornithogalum tenuifolium Guss. : RR.

Muscari comosum Mill. : R.

Scilla autumnalis L. : RR, *S. obtusifolia* Poir. : RR.

Endymion pl. sp., *Scilla italica* L., *S. lingulata* Poir. : modespécial (Cf. p. 247).

✠ Division du bulbe par le centre.

♣ A l'occasion d'une hampe florale unique :

Le fait arrive chez toutes les espèces de Scillées avec une fréquence moyenne et variable.

Il est RR chez les *Endymion* et chez *Scilla italica* L.

Il est CC chez *Scilla bifolia* L., *S. sibirica* Andr., *S. cilicica* Siehe, *S. amœna* L., *Chionodoxa Luciliæ* Boiss.

♣ A l'occasion de deux ou plusieurs hampes florales :

Surtout chez *Scilla peruviana* L.

♣ Indépendamment de la floraison :

Chez *Endymion* pl. sp. et chez *Scilla italica* L.

Le phénomène du bourgeonnement ne se prête qu'à des subdivisions approximatives en modalités diverses pour lesquelles on ne peut indiquer qu'un ordre de grandeur de fréquence. Le tableau ci-dessus a, de fait, une moins grande précision que les tableaux précédents relatifs à la morphologie des plantules et des bulbes. Il permet néanmoins des rapprochements qui coïncident le plus souvent avec ceux qu'avaient mis en lumière les tableaux précédents.

Ainsi on a pu noter que les *Scilla bifolia* L., *S. sibirica*

Andr., *S. cilicica* Siehe, *S. amœna* L., que je grouperai en un sous-genre *Euscilla*, et *Chionodoxa Luciliæ* Boiss., sont constamment rapprochées; comme le sont, d'autre part, *Endymion* pl. sp., *Scilla italica* L. et *S. lingulata* Poir., que je réunirai en un seul genre *Endymion*.

CHAPITRE II

MODALITÉS DE LA RÉGÉNÉRATION

(Voir Pl. IV.)

En dehors du bourgeonnement, activation normale d'un méristème préexistant plus ou moins quiescent, les plantes bulbeuses présentent presque toutes une remarquable aptitude à organiser de nouveaux points végétatifs aux dépens de tissus différenciés, généralement à la suite d'un traumatisme. Ce sont des phénomènes de *régénération*. Mais les possibilités des espèces sont très inégales sous ce rapport et représentent encore des aspects très différents de la croissance à mettre en évidence.

§ 1. — Régénération sur des écailles adultes.

MODE « ORNITHOGALUM PYRENAICUM » (Voir Pl. IV, fig. Op, 1, 2 et 3). De temps immémorial, les jardiniers savent qu'en coupant en morceaux un bulbe de Jacinthe (*Hycinchus orientalis* L.) de manières variées, soit en long, soit en travers, et en le mettant en terre, on a beaucoup de chances d'obtenir de nombreux petits bulbes provenant à la fois de régénérations et de bourgeonnements activés. Royer avait, de son côté, remarqué qu'*Ornithogalum pyrenaicum* L., qui ne produit presque jamais de caïeux, donne une abondance de jeunes plants quand les écailles ont été dispersées par un coup de pioche ou par une taupe. Cette plante pourra me servir à la description typique du phénomène parmi les Scillées.

Des écailles sont grossièrement sectionnées ou éraflées à la fin de l'hiver et mises en terre. On réussirait aussi bien en les conservant dans une atmosphère humide lentement renouvelée.

On observe d'abord une cicatrisation rapide de la blessure, qui se sèche et se subérise superficiellement. Puis, environ un mois après, un bourrelet tubérisé, brillant, se forme à la lisière de la blessure, toujours en des points *revêtus d'épiderme et du côté le plus basal possible* ; le bourrelet est plus marqué à la face ventrale qu'à la face dorsale, où il existe aussi. Peu après, aux intersections du bourrelet et des nervures, quelques points se boursouflent à 1 ou 2 millimètres, au-dessus du bord de la blessure.

Chacune d'entre ces boursoufflures s'organise bientôt en une écaille grossière et un point végétatif, puis en un petit bulbe

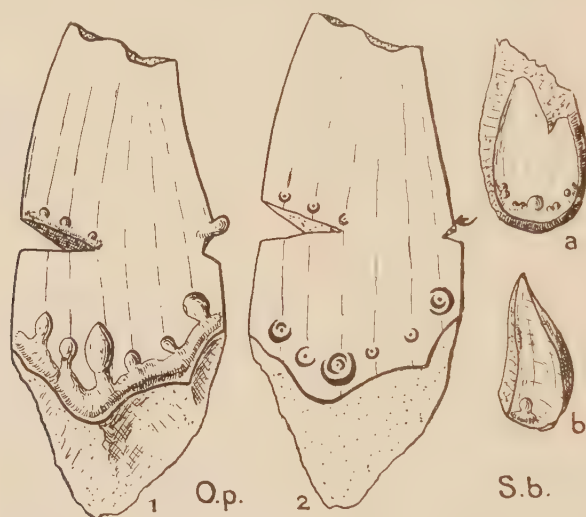


Fig. 61. — Régénération sur écailles anciennement tubérisées, mode *Ornithogalum pyrenaicum*. — Op, 1 et 2, dessin et schéma d'une écaille détachée et incisée d'*Ornithogalum pyrenaicum* L., abandonnée dans la terre du jardin de l'École normale supérieure du 10 mars au 18 juillet 1929. On voit les bourrelets et les bulbilles régénérées, et sur le schéma l'orientation des pièces foliaires de ces bulbilles : Sb, a et b, écailles détachées et incisées de *Scilla bifolia* L., abandonnées en boîte de Petri humide, au laboratoire, du 12 mars au 10 avril 1930 ; elles présentent le même phénomène.

qui, avant la fin du printemps, porte une feuille verte et deux ou trois racines et ressemble à un bulbe d'un an plus ou moins mal venu.

L'orientation de la première écaille du bulbe régénéré paraît ne dépendre aucunement de la position de l'écaille mère par rapport à la lumière ou à la pesanteur, mais seulement de l'orientation de la blessure au voisinage : l'axe du

bulbe régénéré est à peu près perpendiculaire à la surface primitive de l'épiderme, et sa première écaille est adossée contre la ligne de section.

La phyllotaxie primitive, autant que j'ai pu en juger, est dextre.

Les faits essentiels sont ici la légère tubérisation diffuse qui précède la régénération, le rôle certain de l'épiderme sans lequel aucune régénération ne se produit, et l'orientation du jeune bulbe.

Toutes les Scillées étudiées, à l'exception des espèces à bulbes du type *Endymion*, sont capables de donner de telles régénérations. mais dans des proportions fort inégales.

Ornithogalum pyrenaicum L., *Hyacinthus orientalis* L. sont abondamment et rapidement prolifiques, tandis que *Scilla bifolia* L. ne donne que quelques microscopiques régénérations. *Scilla peruviana* L. n'y réussit qu'après de nombreux mois, si les écailles, par bonne fortune, ne sont pas déjà pourries.

MODE « ENDYMION ». — La même expérience tentée sur *Endymion nutans* Dum. entre l'automne et le printemps ne

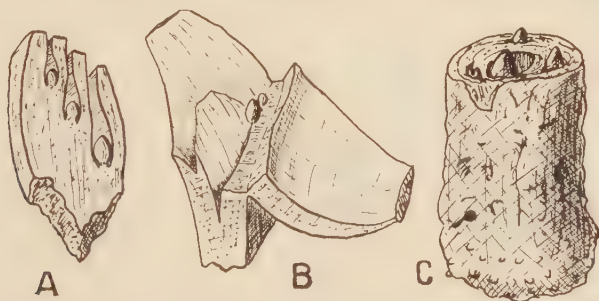


Fig. 62. — Régénération sur écailles anciennement tubérisées, mode *Endymion nutans*. — A, coupe cavalière montrant la position des bulbilles régénérées au fond des gouttières entre tuniques, au niveau supérieur de leur coalescence ; B, dessin d'un fragment de bulbe d'*Endymion nutans* Dum., ayant régénéré deux bulbilles entre le 18 janvier et le 27 février 1930, en boîte de Petri humide au laboratoire ; C, un bulbe entier d'*Endymion nutans*, récolté à Carteret le 10 septembre 1929, abandonné dans du sable sec jusqu'au 18 janvier 1930, ayant à la fois bourgeonné et régénéré des bulbilles, dont certaines sont visibles au sommet du bulbe. Les racines n'apparaissent qu'en petites extumescences à la base du bulbe ; les vieilles tuniques son fripées.

donne d'ordinaire aucun résultat. Si le fragment est cependant conservé, sans excès d'humidité, on voit apparaître en un à deux mois des bulbilles au fond des gouttières entre les

parties libres des tuniques, à la hauteur où cesse leur coalescence. Les plus grosses sont les plus internes.

Sans traumatisme, par simple abandon au sec d'un bulbe entier, le même phénomène se produit souvent : Il ne représente pas seulement une régénération proprement dite, mais encore un bourgeonnement à partir de zones de méristème quiescent emportées plus ou moins haut dans la croissance coalescente des tuniques. Il est spontané dans certaines localités.

L'inaptitude à régénérer directement sur n'importe quelle partie des surfaces tubérisées montre que, chez *Endymion*, bulbe annuel, les tuniques sont, dès l'automne et l'hiver, aussi inactives que les plus vieilles écailles externes d'*Ornithogalum pyrenaicum* L., vides de toutes réserves et naturellement incapables de régénérer.

Les faits sont identiques avec toutes les espèces à bulbes du type *Endymion*, chez *Scilla italica* L. notamment.

§ 2. — Régénération sur les organes en cours de tubérisation.

J'ai fait de nombreuses tentatives en isolant des feuilles vertes de Scillées avec une partie de leur base plus ou moins

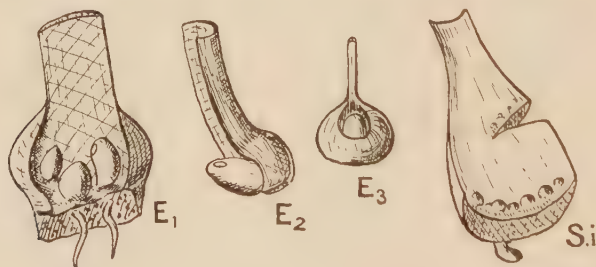


Fig. 63. — Régénération sur des bases de feuilles en cours de tubérisation. Elles régénèrent en même temps qu'elles achèvent de se tubériser. — E₁, large feuille d'*Endymion nutans* Dum., abandonnée en boîte de Petri humide du 5 juin au 13 juillet 1929 ; à cette dernière date, les feuilles restées attachées aux bulbes sont complètement mortes. On voit deux racines provenant des bulbilles régénérées ; E₂ feuille d'un vieux bulbe d'*Endymion nutans*, et E₃, feuille d'une plantule, arrachée jusqu'à la base, et ayant régénéré en boîte de Petri humide du 23 avril au 1^{er} juin 1929 ; Si, base de feuille de *Scilla italica* L., ayant régénéré sur les deux faces, principalement à la face ventrale, entre le 12 mars et le 9 avril 1930.

élargie en train de tubériser. Le procédé consiste à les laisser dans des boîtes de Petri garnies de papier-filtre humecté d'eau.

Les règles du phénomène sont les mêmes que dans le mode

Ornithogalum pyrenaicum L. sur écailles adultes : apparition d'un bourrelet basal là où se trouve de l'épiderme, orientation des bulbes régénérés, etc. Cependant la tubérisation de l'organe en expérience se continue ; souvent même aucune régénération ne se produit sans un gonflement préalable très important de toute la base sectionnée.

A la différence de l'expérience sur les écailles adultes, celle-ci réussit avec *tous* les bulbes, quoique inégalement, il est vrai : *Ornithogalum pyrenaicum* L., qui était si résistant, pourrit presque toujours ; de même *Scilla peruviana* L., *Scilla bifolia* L., etc., ne réussissent que dans une proportion moyenne. Par contre, les *Endymion*, *Scilla italica* L., *Hyacinthus amethystinus* L. et sous-espèces voisines, *Scilla verna* Huds., réussissent à tout coup, les premières en trois à quatre semaines, les secondes en huit jours environ. (Voir Pl. IV, fig. En, 1 et 2, et Ei, 1 et 2).

§ 3. — Régénération sur limbes verts.

En sectionnant ou même en éraflant, au niveau du limbe vert bien différencié, des feuilles isolées de leur bulbe, j'ai constaté, chez certaines espèces, la régénération de bulbilles abondantes, et exclusivement du côté le plus basal, c'est-à-dire en amont des lésions, chez *Scilla italica* L., *Endymion nutans* Dum., *E. campanulatus* Parl. (moins bien), *Hyacinthus amethystinus* L. et ses sous-espèces, *H. fastigiatus* Bert. et *Scilla verna* Huds. notamment (Voir Pl. IV, fig. En, 3 à 7, Ei, 3).

Elles produisent, en direction basale sur les deux faces, mais principalement sur la face ventrale, une quantité de petits bulbes. Le délai d'obtention est cependant un peu plus long que sur du tissu tubérisant jeune. Le phénomène commence par la cicatrisation de la plaie, puis se continue par une boursoufflure diffuse (début de tubérisation des parenchymes verts), parfois considérable, parfois insignifiante, enfin s'achève par la croissance de pustules incolores, puis très blanches, qui s'organisent en bulbes et suivent les mêmes lois d'orientation énoncées plus haut. Chez *Hyacinthus fastigiatus* Bert., la

régénération se produit sur les feuilles au niveau du moindre traumatisme et sans qu'elles soient détachées du bulbe

(Voir Pl. IV, fig. Bf.).

Le fait s'observe souvent en herbier et a été noté dans quelques flores (Rouy).



ig. 64.—Régénération sur limbes verts. — F₁, large feuille d'*Endymion nutans* Dum. ayant régénéré au bord supérieur de deux éraflures un chapelet de bulbilles, entre le 5 juin et le 13 juillet 1929; E₂ et E₃, feuilles de plantule d'*Endymion nutans* coupées dans la partie supérieure verte et ayant régénéré entre le 23 avril et le 1^{er} juin 1929; E₃, montre en *a* des bouquets de régénérations ébauchées au-dessus de deux incisures; Si, régénération sur les deux faces, surtout la face ventrale, d'un limbe vert de *Scilla italica* L., entre le 12 mars et le 9 avril 1930.

D'autres espèces sont au contraire parfaitement réfractaires à ce genre de régénérations: les feuilles de *Scilla bifolia* L., par exemple, pourrissent ou s'autolysent, quoi qu'on fasse. Pour *Scilla peruviana* L., j'ai obtenu une régé-

nération pour cinquante feuilles mises en expérience; j'en aurais eu deux cents avec le même nombre de feuilles d'*Endymion*. Même échec avec *Bellevalia dubia* Rehb.

J'aurai l'occasion, dans un travail ultérieur, d'étudier les phénomènes histologiques et les circonstances de la production de ces régénérations, qui n'ont pas d'intérêt immédiat dans la présente recherche de types de développement. Je tiens seulement à retenir que les régénérations de bulbes sont possibles, mais de façons diverses, sur toutes les espèces et sur tous les tissus végétatifs pourvus de leur épiderme. Ce qui varie, c'est la résistance suffisante des tissus à la vie isolée pour durer assez longtemps et pouvoir régénérer; ainsi les parties vertes ou nouvellement tubérisées des *Endymion*, *Scilla italica* L., etc., ont une résistance considérable qu'il convient de rapprocher de leur singulière viscosité.

Quoiqu'il en soit, les faits de régénération me donnent encore plusieurs modalités de la croissance entre lesquelles je répartis quelques-unes des espèces étudiées. Cette répartition n'a pas autant de netteté que celle des types de bulbes ou de plantules,

mais cependant leur est superposable dans une certaine mesure ; elle est résumée dans le tableau suivant, qui, à la manière du précédent, n'indique qu'un ordre de grandeur parmi les possibilités de régénération.

✠ Régénérations possibles sur écailles adultes selon le « mode *Ornithogalum pyrenaicum* L., » c'est-à-dire directement à la surface des écailles.

✕ Assez faciles chez toutes les espèces (surtout *Ornithogalum pyrenaicum* L. et *Hyacinthus orientalis* L.).

✕ à l'exception de celles de la catégorie suivante.

✠ Régénérations possibles sur tuniques adultes selon le « mode *Endymion nutans* Dum. », c'est-à-dire seulement au fond des gouttières entre les tuniques coalescentes.

○ *Endymion nutans* Dum., *E. campanulatus* Parl., *Scilla italica* L., *Hyacinthus amethystinus* L.

⊗ Régénérations possibles sur tissus jeunes en cours de tubérisation.

Toutes les espèces à des degrés divers ; par exemple :

+ *Ornithogalum pyrenaicum* L., *Scilla peruviana* L. très difficilement.

+ *Scilla bifolia* L., *S. sibirica* Andr., *S. amæna* L. assez facilement.

+ *Endymion nutans* Dum., *E. campanulatus* Parl., *Scilla italica* L., *Hyacinthus amethystinus* L., très facilement.

⊗ Régénérations possibles sur tissus verts différenciés.

> Extrêmement faciles à obtenir chez *Scilla verna* Huds ;

Endymion nutans Dum., *E. campanulatus* Parl., *Scilla italica* L., *S. linguata* Poir., *Hyacinthus amethystinus* L. et *H. fastigiatus* Bert.

> Très difficiles ou impossibles en général chez les autres espèces.

CHAPITRE III

TYPES DE RÉPARTITION DES POIDS DES ÉCAILLES SUR LES BULBES DES SCILLÉES

Les bulbes ont été le plus souvent considérés, dans l'étude de la fonction de réserve, comme des entités indéfiniment persistantes, alors que ce sont des sommes d'organes en perpétuel renouvellement. Ainsi, faute de distinguer, dans des dosages, en mars-avril, dans la Jacinthe des bois, les tuniques d'un an, tubérisées, prêtes à disparaître, et les bases des nouvelles feuilles en cours de tubérisation, on s'expose à prendre pour un rythme continu de mise en réserve et d'utilisation le remplacement complet d'un organe caduc par un nouvel organe.

Pour préciser exactement la physiologie des bulbes, il faudrait étudier les migrations des réserves écaille par écaille. Poursuivant ce dessein, j'avais commencé par suivre, au moyen des mensurations les plus commodes, le développement progressif des écailles. Mais la détermination des dimensions linéaires de tels organes n'est pas aisée, tandis que leur pesée est très expéditive. Cette étude pondérale des bulbes, destinée d'abord, dans mon esprit, à préparer des recherches physiologiques, écaille par écaille, a donné des résultats si constants pour chaque espèce et si divers d'une espèce à l'autre que j'y ai trouvé l'expression de nouveaux caractères spécifiques.

Je ne crois pas possible, sans reprendre en détail l'analyse des bulbes, de fournir pour le moment l'interprétation physiologique des résultats de mes pesées. Cependant les masses des écailles, évidemment liées au mécanisme des échanges et notamment du dépôt et de l'utilisation des réserves, résultent de l'ensemble des phénomènes de croissance. Il est important

de retenir ici ces résultats à cause de la régularité spécifique qu'ils présentent.

§ 1. — Étude détaillée d'un exemple : « *Scilla bifolia* » L.

Cette espèce est un matériel très favorable pour une démonstration de ce qui peut être tiré d'une étude pondérale détaillée.

TECHNIQUE ET REPRÉSENTATION. — Le bulbe, cueilli en place dans la nature, est amené au laboratoire dans de la terre fraîche et étudié le plus tôt possible. On le dissèque soigneusement de l'extérieur à l'intérieur, écaille par écaille ou tunique par tunique. Simultanément, on pèse les écailles et toutes les parties aussitôt disséquées. Il est bon de faire cette opération à deux, l'un disséquant, l'autre pesant, car le poids de substance fraîche diminue en moyenne de 1 à 2 p. 100 par minute d'attente après dissection.

Les parties pesées sont mises dans des tubes de verre numérotés, portées à l'étuve, desséchées 24 heures dans le vide de la trompe à eau à 60°-65° C., puis encore 24 heures, en intercalant entre la trompe et l'étuve une colonne à chlorure de calcium sec et en plaçant dans l'étuve une assiette garnie d'anhydride phosphorique. Dans ces conditions, l'expérience montre qu'on a atteint le poids sec constant. Les objets sont refroidis dans l'étuve même, en présence de l'anhydride phosphorique, puis pesés rapidement.

Pour chaque bulbe est dressé un tableau du poids de la substance fraîche et du poids de la substance sèche, auquel on ajoute, par le calcul, l'*hydratation* mesurée comme la *quantité d'eau p. 100 de matière sèche*. J'ai ainsi dressé environ 150 tableaux représentant 8 000 à 9 000 pesées.

Enfin, pour la clarté de la représentation, les trois séries de chiffres sont traduites par des diagrammes où l'on inscrit en ordonnée le poids ou l'hydratation, et où l'on porte le rang de chaque tunique ou de chaque écaille en abscisse. Il est commode de placer au départ du graphique le bourgeon ou la pièce la plus centrale; l'écaille la plus externe, numérotée 1 dans la dissection, se trouve ainsi rejetée le plus

loin à droite. Le long de l'échelle des abscisses est inscrit le numéro du rang de chaque pièce, noté au cours de la dissection, avec un signe conventionnel pour marquer les faits importants : trace d'ancienne hampe, écaille sans limbe observée ou supposée, feuille verte, bourgeon, etc.

Enfin, les points obtenus sont reliés par un trait continu qui donne la meilleure représentation de la répartition des poids de substance fraîche et sèche, et de l'hydratation, pour les diverses pièces situées sur un même bulbe, à une date donnée.

EXAMEN DES COURBES DE RÉPARTITION PONDÉRALE ÉTABLIES

POUR UN BULBE A UN MOMENT DONNÉ. — Les courbes relatives à un bulbe de *Scilla bifolia* L. disséqué le 24 novembre 1929

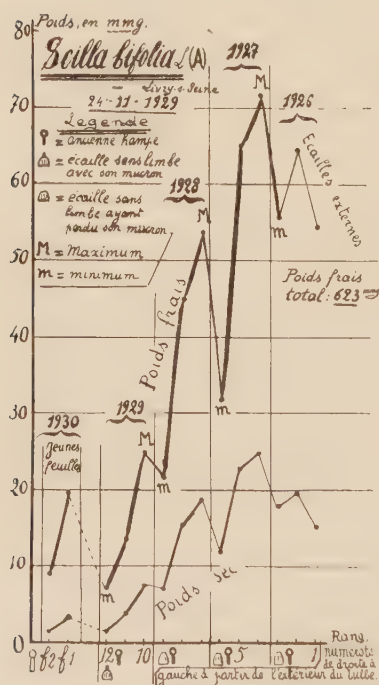


Fig. 65. — Diagramme de répartition des poids des écailles sur un bulbe de *Scilla bifolia* L., au 24 novembre 1929. — Chaque cycle foliaire annuel présente un maximum et un minimum ; les maxima et minima successifs sont disposés en série croissante de l'intérieur à l'extérieur du bulbe.

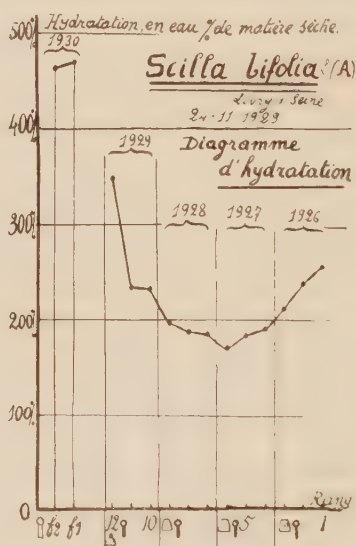


Fig. 66. — Diagramme de la répartition de l'hydratation des écailles sur le même bulbe (cf. fig. 65) de *Scilla bifolia* L. — Cette courbe a à peu près la même allure pour tous les bulbes étudiés.

sont reproduites ci-contre. On voit tout de suite que les deux courbes de poids marquent, du centre à la périphérie, une série de maxima de plus en plus élevés, séparés par des minima

également de plus en plus élevés, jusqu'à une, deux ou trois écailles les plus externes où le poids retombe rapidement.

Chaque minimum correspond à une écaille sans limbe; chaque maximum, à la première écaille foliifère d'un cycle annuel. Chaque cycle annuel garde l'allure primitive des poids relatifs qu'il avait à l'origine : régulièrement décroissante de la première pièce foliaire jusqu'à l'écaille sans limbe. *Le poids dépend donc à la fois du rang de l'écaille dans son cycle foliaire et de sa place plus ou moins profonde dans le bulbe.*

Par contre, la courbe d'hydratation ne révèle rien de semblable : c'est une courbe présentant une région de minimum vers le milieu du bulbe, se relevant vers les premières écailles comme vers les dernières et atteignant naturellement des valeurs élevées pour les pièces foliaires jeunes.

L'hydratation dépend donc de la région du bulbe où se trouve l'écaille et non de son rang dans l'un des cycles foliaires annuels.

COMPARAISON DES COURBES ÉTABLIES POUR PLUSIEURS BULBES DE LA MÊME ESPÈCE AU MÊME MOMENT. — Ces chiffres et ces courbes ont-ils une certaine constance?

Le tableau suivant montre les courbes d'un autre bulbe prélevé en même temps que le précédent. Il s'agissait d'un bulbe plus gros, produisant certaines années trois feuilles au lieu de deux, c'est-à-dire, pour *Scilla bifolia* L., le type morphologique le plus différent du bulbe précédent qui avait été toujours bifolié.

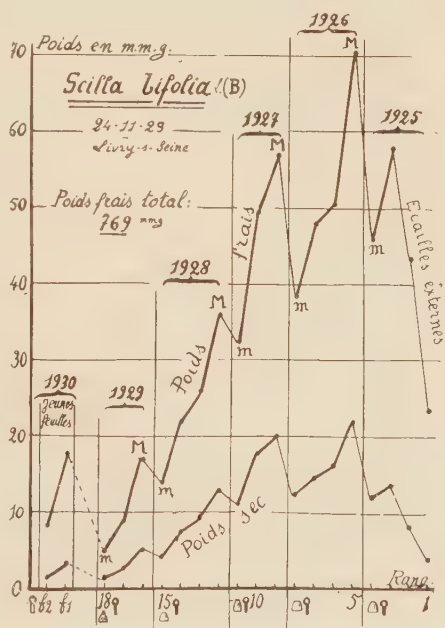


Fig. 67. — Diagramme de répartition des poids des écailles sur un autre bulbe de *Scilla bifolia*, L., à la même date, 24 novembre 1929. — L'allure de la courbe, avec sa série croissante vers l'extérieur de maxima et de minima, est la même qu'à la figure 65.

Nous retrouvons néanmoins la même série de maxima et de minima croissants, répartis de la même façon par rapport à chaque cycle foliaire annuel, et la même forme de courbe de répartition de l'hydratation.

Mais les valeurs absolues des poids des pièces homologues ne sont pas proportionnelles entre elles ni en rapport avec le poids total des deux bulbes comparés. Les valeurs absolues

de l'hydratation pour des pièces homologues sont seulement du même ordre de grandeur sans être identiques. Si nous comparons deux bulbes de cycles foliaires plus semblables, nous n'aurions pas davantage une proportionnalité certaine entre écailles homologues.

Cette comparaison montre que, dans les courbes de répartition pondérale, ce ne sont pas les valeurs absolues qui ont une signification intéressante, mais seulement la forme ou l'allure des courbes, exprimée par la répartition des maxima et des minima, qui se retrouvent constamment pour n'importe quel bulbe normal de la même espèce.

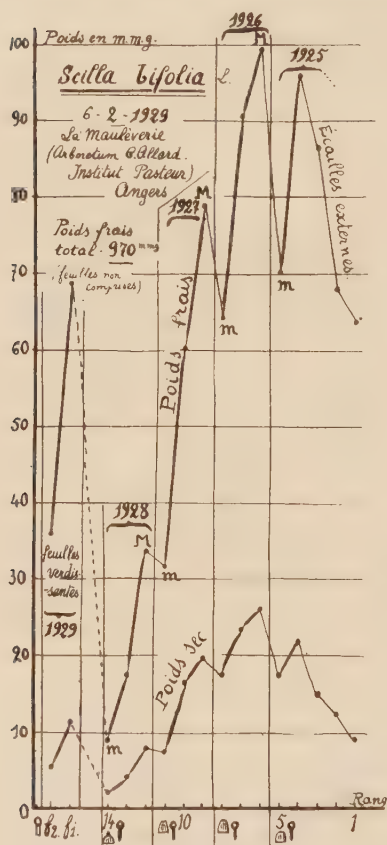


Fig. 68. — Diagramme de répartition des poids des écailles sur un autre bulbe de *Scilla bifolia* L., à une autre date (6 février 1929) et d'autre provenance. — L'allure de la courbe est la même qu'aux figures 65 et 67.

est évident : l'allure des deux courbes de poids n'a pas changé.

Un deuxième est l'allure peu changée de la courbe d'hydratation, mais, par contre, avec une diminution générale des

COMPARAISON DES COURBES ÉTABLIES POUR UNE MÊME ESPÈCE AUX DIVERSES SAISONS. — Comparons maintenant les courbes précédentes et celles que nous obtenons en février par exemple : un premier fait

valeurs absolues dépassant amplement l'ordre de grandeur des simples variations individuelles.

Conclusion : les saisons n'altèrent pas la forme générale des courbes de poids, sauf pour le cycle foliaire nouveau, qui s'insère progressivement dans la série des cycles déjà tubérisés. Elles n'altèrent la courbe d'hydratation que dans l'ensemble de ses valeurs absolues et guère dans sa forme : les valeurs les plus faibles sont en mai-juin, les plus fortes en mars. Cependant, l'hydratation des écailles les plus externes, habituellement plus grande que celle des écailles moyennes, peut exceptionnellement devenir plus petite à la fin de la saison sèche ; ces écailles sont en effet presque mortes et suivent passivement les variations hydrométriques du sol, dont le bulbe est relativement indépendant.

Ces conclusions sont sommaires et approximatives, mais elles suffisent ici pour la caractérisation des types de répartition pondérale.

TRAITS ESSENTIELS DE LA RÉPARTITION PONDÉRALE CHEZ *SCILLA BIFOLIA* L. — En résumé, pour *Scilla bifolia* L., les traits caractéristiques sont les suivants : courbe de répartition pondérale (poids frais et poids sec) comportant un maximum et un minimum par cycle annuel, la série des maxima et des minima allant en croissant vers la périphérie jusqu'aux deux ou trois écailles externes. Cette courbe garde la même allure en toutes saisons. La courbe d'hydratation a seulement une région de minimum pour les écailles moyennes. Elle s'élève en bloc à l'hiver et diminue en bloc au printemps.

§ 2. — Résultats généraux. Les différents types de répartition pondérale des écailles observés sur les bulbes des Scillées.

J'ai fait un grand nombre de mesures sur les bulbes qui me paraissaient les plus différents : *Scilla bifolia* L., *S. autumnalis* L., *S. peruviana* L., *Ornithogalum pyrenaicum* L., *Endymion nutans* Dum., ce qui m'a permis de dégager les constantes de ces données touffues parmi les variations individuelles. Pour les autres espèces, il ne m'a pas paru nécessaire de multiplier

les séries de pesées dès que l'allure du type de répartition pondérale se dégagait la même dans trois ou quatre observations à diverses saisons.

Voici donc les résultats d'ensemble :

1. COURBES A UN MAXIMUM ET UN MINIMUM PAR CYCLE ANNUEL DISPOSÉS EN SÉRIE CROISSANTE (TYPE DIAGRAMME *SCILLA BIFOLIA* L.). — J'ai étudié ce type d'assez près dans le paragraphe précédent pour n'y pas revenir. Je donne seu-

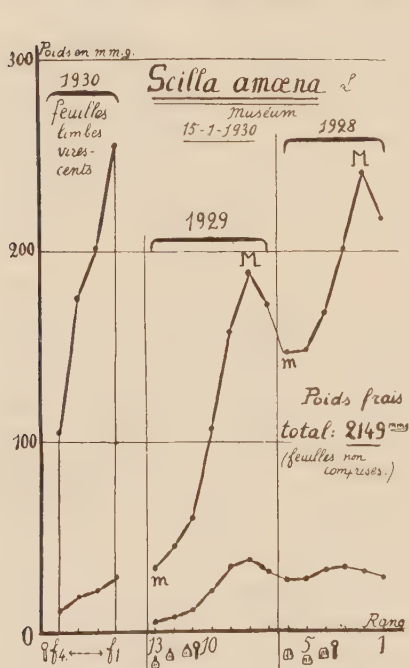


Fig. 69. — Diagramme de répartition des poids des écailles sur un bulbe de *Scilla amœna* L. — Un maximum et un minimum par cycle foliaire annuel; les maxima et minima sont disposés en une brève série croissante vers l'extérieur du bulbe.

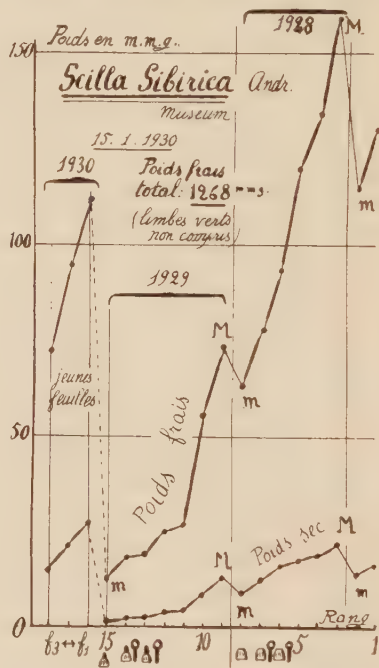


Fig. 70. — Diagramme de répartition des poids des écailles sur un bulbe de *Scilla sibirica* Andr. — Un maximum et un minimum par cycle foliaire annuel; les maxima et minima sont disposés en une brève série croissante vers l'extérieur du bulbe.

lement ici des courbes de *S. amœna* L. et de *S. sibirica* Andr., montrant que ces deux espèces, avec un moindre nombre de cycles annuels et un plus grand nombre d'écailles par cycle, ont exactement la même allure que celles de *S. bifolia* L. Elles ne sont pas altérées dans leur allure par la saison. Les minima

sont à la dernière écaille sans limbe de chaque cycle ; les maxima, à la première ou deuxième écaille foliifère.

2. COURBES A DEUX MAXIMA PAR CYCLE (TYPE DIAGRAMME *SCILLA PERUVIANA* L.). — Chez *Scilla peruviana* L, la courbe des pièces foliaires de l'année encore porteuses de leur limbe vert, en mars par exemple, révèle déjà deux maxima : l'un à la première ou deuxième feuille externe, l'autre de la quatrième à la sixième feuille, séparés par un minimum peu accentué.

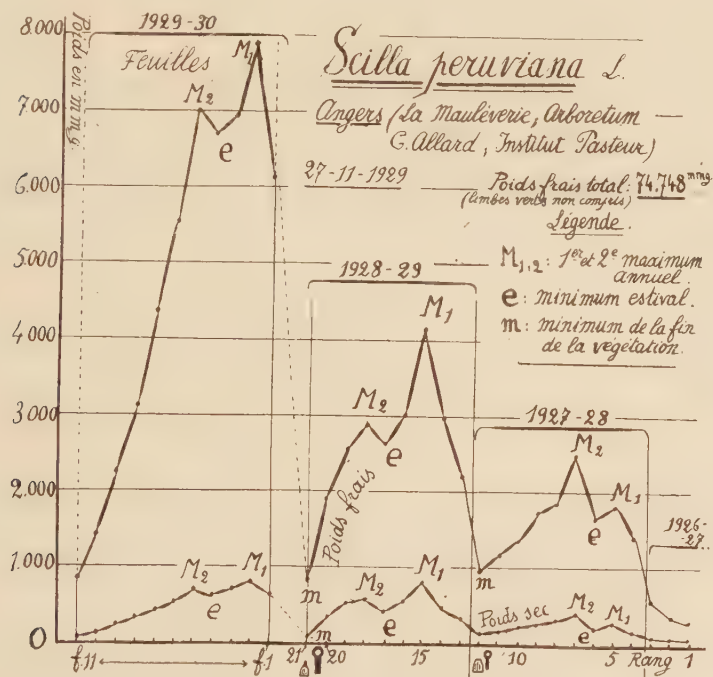


Fig. 71. — Diagramme de répartition des poids des écailles sur un bulbe de *Scilla peruviana* L. — Deux maxima par cycle foliaire annuel ; les cycles les plus externes ont des valeurs pondérales inférieures aux cycles internes.

Ce fait est dû à l'apparition ou du moins à la poussée très avancée de la première feuille et des deux ou trois suivantes dès la fin du printemps, après la floraison. L'été provoque un arrêt, puis il y a une reprise de croissance, marquée par le deuxième maximum, au début des pluies d'automne.

Cette allure de la portion de courbe relative aux écailles en formation est conservée chez les écailles tubérisées. Cepen-

dant le cycle le plus externe, de même allure aussi, a des valeurs absolues de ses poids beaucoup moindres que le cycle tubérisé le plus interne. Ce qui tient à l'agrandissement continu du plateau produisant chaque année des écailles plus grandes jusqu'à ce qu'il se divise. Les écailles anciennes, plus petites, ne s'adaptent à l'agrandissement que par un simple étirement de la base. Le phénomène est très différent de ce qui se passe pour *Scilla bifolia* L., où les maxima croissent régulièrement vers la périphérie.

La courbe d'hydratation a la même allure, avec minimum pour la région moyenne du bulbe.

Les saisons n'altèrent pas la forme générale de ces courbes.

Ces faits, déjà bien nets sur les échantillons cultivés dans les jardins, en France (La Maulèverie, à Angers), le sont encore plus sous le climat accentué de l'Algérie (Oran). Ce qui montre que le cycle pondéral de la plante se conserve malgré des différences climatiques considérables.

En dehors de *S. peruviana* L., je n'ai trouvé que *S. hyacinthoides* L., autant que j'en puisse juger sur un trop petit nombre de mesures, qui paraisse offrir un cycle pondéral analogue.

3. COURBES A MAXIMA ANNUELS EFFACÉS OU ATTÉNUÉS AVEC SEULEMENT UNE RÉGION DE MAXIMUM POUR LES ÉCAILLES MOYENNES (TYPE DIAGRAMME *SCILLA AUTUMNALIS* L.). — Pour *Scilla autumnalis* L., la courbe pondérale ressemble à une courbe de l'hydratation qui aurait été renversée; les maxima relatifs à chaque cycle annuel disparaissent devant une uniformisation approximative du poids des écailles, dont la valeur ne dépend, en gros, que de la position par rapport au centre du bulbe. A la distance moyenne, le poids est maximum. Le fait est très reconnaissable malgré des variations individuelles très importantes entre les écailles.

Pendant quelque temps, la courbe relative au poids des écailles du cycle le plus récent présente encore son maximum propre vers la première écaille foliifère formée. Mais, plus tard, les poids des pièces du cycle le plus récent s'uniformisent déjà.

La courbe d'hydratation a l'aspect habituel, sauf pour les cycles les plus externes d'écaïlles mortes ou prêtes à périr,

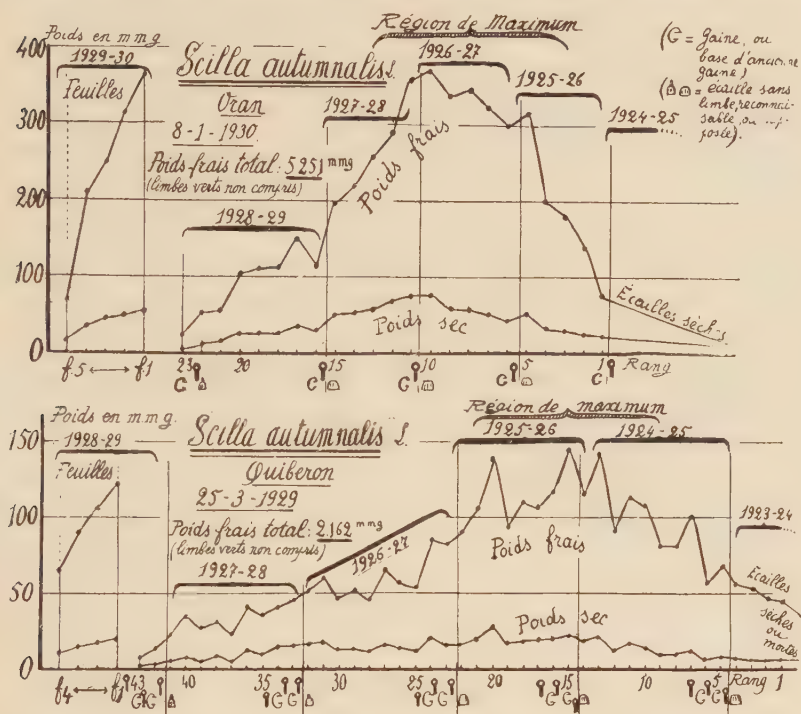


Fig. 72. — Diagrammes de répartition des poids des écaïlles sur deux bulbes de *Scilla autumnalis*, L. — Le maximum du début et le minimum de la fin des cycles foliaires annuels ne sont reconnaissables que sur le cycle tubérisé le plus récent de la courbe supérieure (1928-1929). L'ensemble de la courbe n'est caractérisé que par une « région de maximum » correspondant à la partie moyenne du bulbe.

qui suivent passivement les variations de l'humidité du sol.

Scilla obtusifolia L. présente exactement la même allure.

3 bis. VARIANTE DU MODE PRÉCÉDENT (TYPE DIAGRAMME *ORNITHOGALUM PYRENAICUM* L.). — Nous avons ici beaucoup d'écaïlles pour beaucoup moins de cycles annuels et des variations individuelles d'écaïlle à écaïlle très considérables. Néanmoins, nous pouvons reconnaître encore le cycle le plus récent avec son maximum particulier correspondant à la première écaïlle foliifère; mais le cycle suivant représente, en bloc, une région de maximum, sans qu'aucune écaïlle plus particulière ne se distingue; le dernier cycle, le plus externe, baisse rapidement de poids.

mun reconnaissable, ni annuel, ni global ; la courbe reste approximativement horizontale.

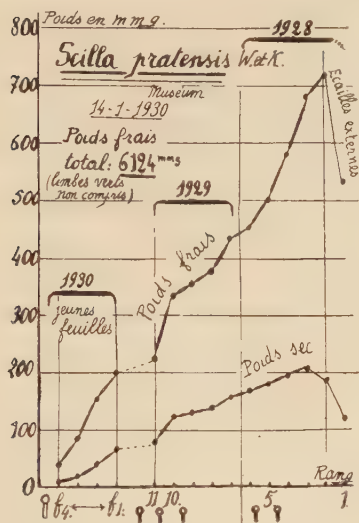


Fig. 74. — Diagramme de répartition des poids des écailles sur un bulbe de *Scilla pratensis* W. et K. — La courbe est à peu près constamment croissante du centre à la périphérie, présentant tout au plus une légère inflexion au passage d'un cycle foliaire à l'autre.

S. LILIO-HYACINTHUS L. pré-

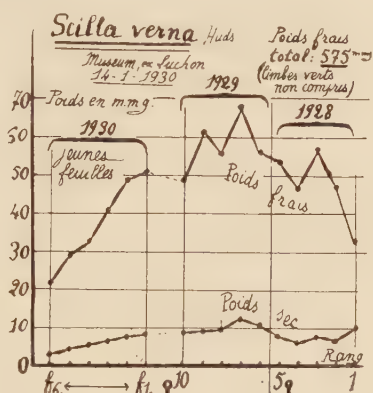


Fig. 75. — Diagramme de répartition des poids des écailles sur un bulbe de *Scilla verna* Huds. — La courbe ne présente aucune particularité constante pour chaque cycle foliaire tubérisé ; elle n'est, grosso modo, ni croissante ni décroissante.

sente un nombre de cycles annuels beaucoup plus grand. Néan-

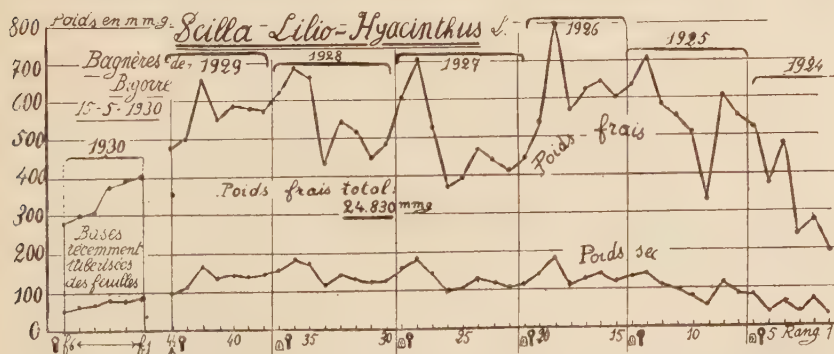


Fig. 76. — Diagramme de répartition des poids des écailles sur un bulbe de *Scilla Lilio-Hyacinthus* L. — La courbe n'est, grosso modo, ni croissante ni décroissante ; on y reconnaît souvent un maximum à la dernière ou avant-dernière pièce foliaire de chaque cycle annuel.

moins on ne peut discerner, dans la courbe correspondante, que la phase initiale du cycle le plus récent, avec son

maximum propre, suivie d'une courbe variée où les très grandes différences individuelles d'écaille à écaille masquent souvent tout maximum; c'est l'uniformité dans la diversité. Quand on peut discerner des maxima, ils sont portés par la dernière ou l'avant-dernière écaille foliifère de chaque cycle; ces maxima successifs sont sensiblement équivalents. Cette allure de répartition tient à l'absence de croissance des écailles et à leur disposition bâillante en un bulbe très dissocié.

5. COURBES NE COMPORTANT QU'UN SEUL CYCLE TUBÉRISÉ

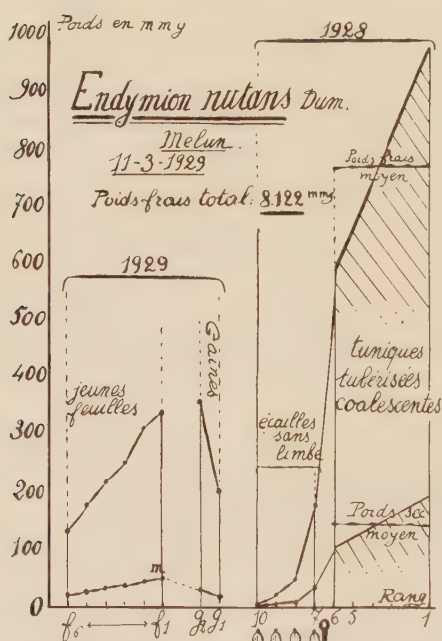


Fig. 77. — Diagramme de répartition des poids des écailles sur un bulbe d'*Endymion nutans* Dum. — La courbe ne comporte qu'un seul cycle foliaire tubérisé (1928), dont les pièces sont de poids croissants vers la périphérie.

SANS MAXIMUM, CROISSANTES VERS LA PÉRIPHÉRIE (TYPE "DIAGRAMME *ENDYMION NUTANS* Dum.). — Il s'agit des bulbes à renouvellement annuel, qui ne sont évidemment comparables à aucun des précédents.

La courbe est ici profondément affectée par la saison, puisqu'elle ne comporte que le cycle des pièces tubérisées prêtes à disparaître et celui des pièces en formation.

Pour *Endymion nutans* Dum., elle présente de l'automne au printemps, dans la série des pièces nouvelles en formation, un maximum très net corres-

pondant à la première feuille située intérieurement à la dernière gaine. Du printemps à l'automne, il ne subsiste que la courbe, régulièrement croissante vers l'extérieur, des pièces tubérisées. D'ailleurs, les pièces externes, tuniquées et coalescentes, ne peuvent être pesées qu'en bloc.

Endymion campanulatus Parl., *Scilla italica* L., *S. lingulata*

Poir., *Hyacinthus amethystinus* L., présentent des courbes exactement de même allure.

L'hydratation dépend de l'état des organes : croissant de 200 d'eau p. 100 de matière sèche, à l'origine des feuilles très jeunes dans leur bourgeon en juin, à 400-500 p. 100 en septembre, puis à 700 p. 100 dans les limbes verts et même 800 à 900 p. 100 dans leur partie inférieure blanche, ou 1 100 à 1 200 p. 100 pour les gaines fugaces, elle se maintient à 400 ou 500 p. 100 dans les bases des feuilles en cours de tubérisation (avril), pour atteindre un minimum : 200 à 300 p. 100 vers mai-juin dans les pièces récemment tubérisées. Celles-ci se réhydratent lentement durant l'été (300 à 400 p. 100) et atteignent 500 à 700 p. 100 durant l'hiver, pour se fondre complètement au printemps suivant.

§ 3. — Comparaison et classement des courbes de répartition pondérale.

L'examen des courbes traduisant la répartition pondérale et l'hydratation des écailles sur les bulbes des Scillées suggère quelques réflexions.

IRRÉGULARITÉS FORTUITES. — Au premier abord, surtout lorsqu'on examine des tableaux de chiffres au lieu des courbes, on peut être frappé seulement par les différences individuelles : dans un même bulbe, les écailles ont subi, pour des causes fortuites, compressions, traumatismes, des accroissements variés. D'un bulbe à l'autre, dans la même espèce, les différences d'âge, de taille, de localité, de climat localement subi, modifient les dimensions et la masse des parties. Toutes ces différences individuelles fortuites s'inscrivent dans les courbes de poids et d'hydratation, où elles apparaissent sous forme d'irrégularités ou de différences entre les valeurs absolues affectant des pièces homologues. Il n'y aurait rien d'étonnant à ce que l'amplitude des différences fortuites masquât toute régularité dans les courbes de répartition de poids. Il est, au contraire, assez remarquable que, malgré ces différences, certains éléments constants aient pu toujours se dégager.

PARTICULARITÉS CONSTANTES. — Les éléments constants sont d'ailleurs de valeurs très diverses.

ALLURE GÉNÉRALE DE LA COURBE D'HYDRATATION. — Ainsi les courbes de répartition de l'hydratation entre les écailles d'un bulbe se montrent toujours affectées d'une région de minimum correspondant aux parties moyennes du bulbe, en quelque saison et pour quelque espèce que ce soit. Ce fait montre que l'allure des courbes relatives à l'hydratation n'a guère de portée pour caractériser les espèces, mais traduit l'état des tissus des diverses écailles : tissus jeunes et fortement hydratés pour les écailles internes, parenchymes bien tubérisés et les moins hydratés pour les écailles moyennes, parenchymes se vacuolisant et se vidant de leurs réserves à la périphérie, où ils sont à nouveau très hydratés.

PARTICULARITÉS SPÉCIFIQUES DES COURBES DE POIDS. — Les courbes relatives aux poids de substances fraîche et sèche, tout au contraire, révèlent toujours des particularités spécifiques. Ces courbes résument brutalement le résultat de la croissance et le bilan très complexe de l'accumulation et de l'utilisation des réserves. Mais elles reflètent souvent certaines singularités que l'étude morphologique avait déjà mises en évidence.

CORRÉLATIONS ENTRE LES COURBES DE POIDS ET CERTAINES PARTICULARITÉS MORPHOLOGIQUES DE LA CROISSANCE. — Par exemple, la décroissance régulière des dimensions des pièces foliaires d'un même cycle, depuis la première écaille foliifère jusqu'à la dernière écaille sans limbe, est un fait assez général. On le retrouve inscrit corrélativement dans les courbes de poids par le minimum relatif à la dernière écaille sans limbe, reconnaissable au moins sur les cycles foliaires les plus internes (*Scilla autumnalis* L.), ou même sur tous ceux que porte le bulbe (*S. bifolia* L.). Quand, au contraire, la décroissance des dimensions des pièces foliaires est interrompue par une augmentation passagère, comme il arrive pour *Scilla peruviana* L. à la reprise automnale de la végétation, les courbes pondérales révèlent corrélativement deux maxima

par cycle, encore reconnaissables sur les cycles externes tubérisés.

Morphologiquement, la croissance continue sur toute leur hauteur des écailles des bulbes du type *Scilla bifolia* L. a été mise en évidence par l'observation de leur forme à bords toujours droits ou à peine obliques. Corrélativement, nous avons trouvé les bulbes du même type donnant des séries de poids constamment croissants (sauf les variations rythmiques pour chaque cycle) du centre presque jusqu'à l'extrême périphérie. Au contraire, morphologiquement, *Scilla peruviana* L. est remarquable par la forme de ses écailles à bords très effilés à la base, exprimant la cessation de la croissance sur la plus grande partie de l'écaille après la première année de tubérisation. Corrélativement, *Scilla peruviana* L. a une courbe pondérale où les cycles les plus externes sont d'ordinaire franchement inférieurs en poids aux cycles internes.

L'allure des courbes de répartition pondérale des écailles sur les divers bulbes de Scillées me paraît donc un caractère spécifique de bonne valeur, exprimant d'une manière peut-être confuse, mais globale, tout le résultat de la croissance. De plus, en comparant ces courbes entre elles, on a pu s'apercevoir qu'elles se rapprochaient les unes des autres en petits groupes de courbes d'allure comparable. Ce sont ainsi des types de répartition pondérale qui sont mis en évidence et qu'il est intéressant de superposer aux types morphologiques de bulbes ou de plantules. Le tableau suivant donne ce classement de façon résumée.

TABLEAU DU CLASSEMENT DES TYPES DE COURBES DE RÉPARTITION DES POIDS DES ÉCAILLES SUR LES BULBES DES SCILLÉES.

- ⊙ 1 maximum par cycle, avec série croissante de maxima du centre à la périphérie. — TYPE DIAGRAMME *Scilla bifolia* (fig. SB, SAm).



Scilla bifolia L. — *S. sibirica* Andr.
S. amœna L.



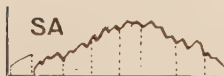
- ⊙ 2 maxima par cycle ; le cycle le plus externe est souvent < cycle le plus interne. — TYPE DIAGRAMME *Scilla peruviana* (fig. SP).



Scilla peruviana L. (et peut-être
S. hyacinthoides L.?).

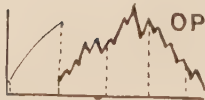
- ⊙ Maxima annuels effacés. Une région de maximum correspondant à la partie moyenne du bulbe.

> Cycles nombreux : TYPE DIAGRAMME *Scilla autumnalis* (fig. SA).



Scilla autumnalis L., *S. obtusifolia*
Poir.

> Cycles au nombre de 2 ou 3. — TYPE DIAGRAMME *Ornithogalum pyrenaicum* (fig. OP).



Ornithogalum pyrenaicum L., *O. sessiliflorum* Desf.

- ⊙ Maxima annuels effacés ; pas de région de maximum reconnaissable.

V Courbe croissante (fig. SPt) : *Scilla pratensis* W. et K.



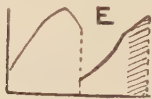
V Courbe uniforme (fig. SV) : *Scilla verna* Huds.



V Courbe variée (fig. SL) : *Scilla Lilio-Hyacinthus* L.



- Un seul cycle tubérisé. Courbe avec un maximum pour les pièces en cours de tubérisation, croissante pour les pièces tubérisées. — TYPE DIAGRAMME *Endymion* (fig. E).



Endymion nutans Dum., *E. campanulatus* Parl., etc. — *Scilla italica* L., *S. lingulata* Poir., etc.

RÉSUMÉ ET CONSÉQUENCES

CLASSIFICATION DES SCILLÉES ET TYPES DE DÉVELOPPEMENT DE L'APPAREIL VÉGÉTATIF

L'étude des plantules, des bulbes, de divers phénomènes de croissance parmi les Scillées a montré, dans chaque cas, les espèces groupées par petits lots répondant chacun à un type de plantules, ou à un type de bulbes, ou à une particularité de la croissance. On peut tirer de cet exposé une vue d'ensemble qui fait apparaître que les mêmes lots d'espèces sont rapprochés par tous les aspects à la fois de leur développement. Chaque lot constitue ainsi une *section biologique*, définie comme les sections taxinomiques (1) d'après une espèce-standard, et caractérisée par un seul type de plantules, un seul type de bulbes et une même allure de la croissance.

Une première conséquence de ces rapprochements est de préciser la notion de types de développement de l'appareil végétatif ; une deuxième est de fournir la possibilité de remanier la classification des Scilles en se fondant sur les caractères tirés de l'appareil végétatif ; une troisième est de pouvoir étendre cette méthode de classification à d'autres groupes de Scillées.

§ 1. — Résumé et rapprochement des faits déjà décrits.

Reprenons les résultats des trois parties précédentes espèce par espèce :

Ce sont ainsi *Endymion nutans* Dum., *Endymion campanulatus* Parl. et autres *Endymion* voisins, *Scilla italica* L., *S. lingulata* Poir., *Camassia pl. sp.*, *Hyacinthus amethystinus* L., et même, hors des Scillées, les Narcisses, qui, tous

(1) Voir J. BRIQUET, 1930, V^e Congrès international de Botanique, Cambridge, p. 9, 56, 59 et 132.

ensemble, présentent des plantules extrêmement semblables du type *Endymion nutans* à cotylédon hypogé longuement engainant, avec première feuille à limbe vert assimilateur.

Les mêmes espèces de Scillées, toutes ensemble, et elles seules, définissent parmi les bulbes un type *Endymion*, à tuniques plus ou moins coalescentes en largeur et en hauteur, entièrement renouvelées chaque année, à cycle foliaire commençant par des gaines fugaces et s'achevant par de nombreuses écailles sans limbe. Les Narcisses même, quoique bien différents, ont aussi des bulbes tuniqués et des gaines fugaces précédant les feuilles, ce qui les rapproche plutôt des bulbes d'*Endymion* que de tous les autres bulbes décrits ici.

Les mêmes Scillées enfin sont remarquables par l'absence ordinaire de caïeux normaux, par leur inaptitude à la régénération à la surface des parties anciennement tubérisées, par leur extrême aptitude, au contraire, à la régénération au fond des gouttières entre les tuniques coalescentes et surtout à la surface des limbes verts des feuilles. Leur courbe de répartition pondérale ne porte que sur un seul cycle foliaire tubérisé, mettant encore en évidence le renouvellement annuel total du bulbe, et le caractère physiologique particulier de la mise en réserve ne fonctionnant jamais qu'une seule fois pour une même masse de tissu tubérisé. Elles partagent ce caractère avec divers Ornithogales. Enfin, parmi ces espèces, les *Endymion* et *Camassia* sont toujours dépourvus d'amidon; *Scilla italica* L. et *S. lingulata* Poir. n'en ont que de petites quantités temporairement au moment du maximum de tubérisation et sous forme de grains très fins, presque embryonnaires, tandis que *Hyacinthus amethystinus* L. est toujours richement pourvu de gros grains d'amidon.

Toutes ces espèces constituent une « section biologique » à laquelle *Endymion nutans* Dum. peut servir d'espèce-standard.

Ce sont encore *Scilla autumnalis* L. et *Scilla obtusifolia* Poir., toujours rapprochées par leurs plantules épigées et à cotylédon engainant, par leurs bulbes plurannuels amylacés, à cycle foliaire débutant par des gaines fugaces, à hampes florales extérieures à l'embrassement des feuilles, à vieilles

écailles longuement persistantes à la périphérie du bulbe, à racines vivaces ramifiées. Elles ont aussi en commun l'absence de caïeux, une courbe de répartition pondérale à maxima annuels effacés et comportant seulement une région de maximum pour la partie moyenne du bulbe.

Scilla autumnalis L. est l'espèce-standard de cette « section biologique ».

Ce sont encore *Scilla bifolia* L., *S. sibirica* Andr., *S. cili-cica* Siehe, *S. amœna* L., *Chionodoxa Luciliæ* Boiss. ou *Puschkinia scilloides* Adams, qui sont, pour leur compte, toujours rapprochées par leurs plantules épigées à cotylédon courtement engainant, du « type *Scilla bifolia* », par leurs bulbes amy-lacés plurannuels, sans gaines, à nombreuses écailles sans limbe, à racines simples annuelles, à hampes florifères décom-bantes et fugaces. Elles ont encore en commun la production assez fréquente de caïeux profonds, une certaine aptitude à la régénération sur limbes verts, et des courbes de répar-tition pondérale comportant des maxima et minima disposés en série croissante à raison d'un maximum et d'un minimum par cycle foliaire.

Ces espèces représentent encore une « section biologique » dont *Scilla bifolia* L. peut être choisie comme espèce-standard.

Ce sont encore *Scilla pratensis* W. et K., *S. verna* Huds., *S. Lilio-Hyacinthus* L., qui, malgré d'importantes différences spécifiques, sont rapprochées aussi bien par leurs plantules hypogées, mais à cotylédon courtement engainant, que par leurs bulbes amy-lacés et plurannuels à racines ramifiées et à bractées intrabulbaires à la base de la hampe florifère, comme par leurs courbes de répartition pondérale à maxima annuels effacés et cependant sans région de maximum caractérisée.

Ou bien ce sont *Hyacinthus orientalis* L., les diverses *Belle-valia* et même *Muscari comosum* Mill; dont les plantules sont du type *Scilla bifolia*, les bulbes amy-lacés, plurannuels, à racines simples annuelles, à écailles à bords droits et très embrassantes.

Ou encore ce sont les *Ornithogalum pyrenaicum* L., *O. narbonense* L., et probablement *O. sessiliflorum* Desf. et quelques autres, qui sont rapprochés par leurs plantules du type *Scilla bifolia* allongé, par leurs bulbes amylacés plurannuels à écailles à bords très effilés et se détruisant progressivement du sommet à la base, et par leurs courbes de répartition pondérale montrant une région de maximum vers la partie moyenne du bulbe.

Les *Ornithogalum umbellatum* (L.) G. G., *O. divergens* Bor., *O. paterfamilias* Godr., *O. tenuifolium* Guss. et, d'autre part, *O. nutans* L. sont bien différents des précédents par leurs bulbes tuniqueés et amylacés, à renouvellement annuel total, sans gaine ni écaille sans limbe, à pièces coalescentes latéralement, sauf pour *O. nutans* L. et par leur abondante production de caïeux externes, sauf pour *O. tenuifolium* Guss.

Enfin *Scilla peruviana* L. se range seule à part avec son bulbe à écailles à bords très effilés à la base, à plateau persistant en rhizome portant très bas des racines ramifiées, à hampes florales bractéées à la base à l'intérieur du bulbe et disposées en grappe condensée, au lieu d'être en cyme condensée, et avec sa courbe de répartition pondérale à deux maxima par cycle foliaire.

Il apparaît donc que les groupes d'espèces établis à propos d'un aspect du développement son sensiblement les mêmes pour chacun des autres aspects envisagés : plantules, bulbes, particularités de croissance.

§ 2. — Les types de développement de l'appareil végétatif et leur signification.

La conséquence immédiate du précédent résumé est de faire apparaître comme caractéristique, pour chaque groupe d'espèces, l'aspect global de *tout* le développement de l'appareil végétatif. La notion de ces *types de développement de l'appareil végétatif* chez les Scillées se précise donc comme un ensemble de caractères morphologiques de la plantule, du

bulbe et de ses annexes, racine et hampe florale, auxquels s'ajoutent certains caractères dynamiques de leur croissance, tous corrélatifs les uns des autres et particuliers à un groupe limité d'espèces. Chacun de ces groupes, défini sur des caractères de la plante vivante, et non sur des échantillons d'herbier, peut être appelé « section biologique », pour les distinguer des « sections » ou « sous-genres » délimités sur des caractères purement taxinomiques.

Les matériaux étudiés sont suffisants pour me permettre de définir les mieux caractérisées parmi ces sections de Scillées.

LA SECTION BIOLOGIQUE *SCILLA BIFOLIA* est représentée par des espèces à *plantules épigées à cotylédon assimilateur très courtement engainant* et dépourvues de tout limbe foliaire proprement dit, donnant naissance à des *bulbes plurannuels*, amylacés, à saveur douce, à *hampes florales décombantes et fugaces*, à racines annuelles simples, à *cycles foliaires comportant une forte proportion d'écailles sans limbe* succédant aux écailles foliifères, dépourvus de toute gaine, garnis extérieurement d'un très petit nombre d'écailles sèches. Les écailles sont moyennement embrassantes et à bords droits. Le dynamisme de la croissance, dans ce type, est caractérisé par la fréquente production de caïeux profonds, l'incapacité de régénérer sur les tissus chlorophylliens trop fragiles, et globalement, par une *répartition des poids des écailles offrant des maxima annuels en série croissante vers l'extérieur du bulbe*.

LA SECTION BIOLOGIQUE *SCILLA AUTUMNALIS* est représentée par des espèces à *plantules épigées à germination rapide, à cotylédon assimilateur assez longuement engainant* et dépourvues de tout limbe foliaire, donnant naissance à des *bulbes plurannuels*, amylacés, à saveur douce, à *hampes florales raides*, extérieures à l'embrassement des feuilles, à racines vivaces ramifiées, à *cycles foliaires débutant par une ou plusieurs gaines* à sommet fugace et se terminant par une seule écaille sans limbe, à nombreuses écailles sèches. Les écailles sont très embrassantes et à bords droits. Le dynamisme de la croissance, dans ce type, est caractérisé par l'extrême

rareté des caïeux et par un *effacement des maxima annuels de la courbe de répartition pondérale au profit d'une région de maximum vers le milieu de la série des écailles*.

LA SECTION BIOLOGIQUE *ENDYMION NUTANS* est représentée par des espèces à *plantules hypogées*, à *cotylédon engainant longuement* une première feuille verte et assimilatrice; *les bulbes sont à renouvellement annuel total*, à saveur douce, souvent dépourvus d'amidon. Ils ont aussi des racines annuelles simples, des *hampes florales raides*, des *cycles foliaires débutant par des gaines fugaces de plus en plus grandes* et s'achevant par plusieurs écailles sans limbe de plus en plus petites; *les tuniques foliifères tubérisées sont fortement coalescentes en largeur et en hauteur*. Le dynamisme de la croissance, dans ce type, est caractérisé par le peu de fréquence ou l'absence des caïeux, par la faculté de régénérer des bulbilles au fond des gouttières entre les tuniques coalescentes et surtout à la surface des parenchymes chlorophylliens, et globalement, par une courbe de répartition pondérale traduisant en poids la même allure de succession observée en dimension depuis les gaines croissantes, mais fugaces, jusqu'aux feuilles de taille décroissante et aux écailles sans limbe également décroissantes.

On pourrait, avec plus ou moins de précision, définir de même une SECTION *ORNITHOGALUM PYRENAICUM* (p. 274), une SECTION *ORNITHOGALUM UMBELLATUM* (p. 274), une SECTION *HYACINTHUS ORIENTALIS* (p. 273), une SECTION *SCILLA PERUVIANA* (p. 274), etc. Elles ont été déjà suffisamment décrites dans le résumé précédent, où étaient rapprochés les caractères communs aux mêmes lots d'espèces.

INTERPRÉTATION. — L'existence de « types de développement de l'appareil végétatif », c'est-à-dire de corrélations entre les aspects successifs du développement parmi plusieurs espèces différentes, entraîne certaines interprétations.

1° LA PARENTÉ. — Il arrive que les espèces comportant le

même type de développement sont extrêmement voisines. Par exemple *Scilla sibirica* Andr. et *S. cilicica* Siehe, ou bien *Endymion nutans* Dum. et *E. campanulatus* Parl., *E. cernuus* Dum., *E. patulus* Dum., sont tellement semblables par toutes leurs parties aussi bien florales que végétatives et par leur port qu'elles paraissent presque des variétés ou des races les unes des autres ; l'hypothèse de leur parenté très proche est vraisemblable, même en l'absence de toute expérience de génétique.

Il n'est pas étonnant qu'entre espèces très affines, ne différant que par des caractères restreints, l'allure du développement reste la même, comme elle est la même pour tous les individus d'une même espèce à de menues différences raciales près. L'existence des types de développement de l'appareil végétatif peut très bien, dans beaucoup de circonstances, n'être qu'une conséquence de la parenté entre espèces et, à ce titre, servir aussi à mieux révéler les affinités réelles.

2^o LA CONVERGENCE. — Mais il arrive que certaines espèces comportant le même type de développement n'ont, de toute évidence, qu'une parenté plus lointaine. Ainsi, déjà les *Endymion* d'une part et les *Camassia* d'autre part ont assez de différences pour que les auteurs les aient séparés en deux genres. *Hyacinthus amethystinus* L., malgré un certain air de famille, malgré son développement presque identique à celui d'*Endymion*, en diffère assez pour avoir été rangée par certains auteurs dans la tribu des Hyacinthées, considérée comme distincte des Scillées. En tout cas, si de nombreuses affinités subsistent entre ce singulier *Hyacinthus* et les *Endymion*, bien plutôt qu'avec *Hyacinthus orientalis*, elles sont certainement plus faibles que celles des divers *Endymion* entre eux. Enfin les *Narcissus*, dont on ne peut pas dire qu'ils aient d'autre lien avec les *Endymion* que d'être comme eux des Monocotylédones liliiflores, ont cependant, sinon exactement le même type de développement, du moins un type présentant de grands traits communs (Voir fig. 78, p. 278).

De tels rapprochements relativement indépendants de la parenté méritent bien le nom de phénomènes de convergence.

Ils ne sont pas le fait du hasard, mais impliquent une causalité dont je me propose d'étudier plus tard le mécanisme. Dès maintenant, il est certain que ces faits de convergence ne sont pas en relation avec un phénomène d'adaptation au même milieu, car ils portent sur des plantes habitant les stations les plus différentes : *Endymion* dans les bois frais des plaines, *Hya-*



Fig. 78. — L, Touffe de *Leucoium* sp., cultivée à la Mauléverie (Arboretum Allard, Institut Pasteur, Angers). — N, *Narcissus pseudo-Narcissus* L., sauvage, de Melun. Ces Amaryllidées ont des gaines g_1 , g_2 comme certaines Scillées.

cinthus amethystinus L. dans les prés secs des Pyrénées très élevées, *Narcissus poeticus* L. dans les prairies montagnardes et *N. juncifolius* Lag. dans les garrigues arides.

Il y a, néanmoins, hors du milieu, dans l'être vivant lui-même, une cause commune qui, par exemple, détermine à la fois la croissance d'une plantule à cotylédon longuement engainant, et plus tard celle d'un bulbe

à cycle foliaire débutant par des gaines minces fugaces. Les parties successives du développement ainsi corrélatives les unes des autres ont une certaine similitude morphologique qui permet de voir, par exemple, dans la plantule quelques présages de ce que sera le bulbe adulte.

J'ai développé déjà cette idée à propos de chacun des types de plantules (Voir p. 149, 156, 162). Il me suffit de rappeler combien le cotylédon blanc, longuement engainant, peu durable, des plantules d'*Endymion* et autres genres, y compris *Narcissus*, rappelle par avance, d'une manière frappante, la gaine des bulbes adultes : même consistance, même aspect des parenchymes, même évolution, jusqu'aux vitesses

relatives de croissance qui se retrouvent : cotylédon et gaines croissent d'abord plus vite que les feuilles internes, puis sont dépassés par elles. L'allure même du cycle pondéral est déjà esquissée dans la plantule, où le cotylédon léger est suivi d'une feuille plus lourde, comme les gaines, de poids croissant, sont suivies de la première feuille, encore plus lourde.

Pour *Scilla verna* Huds. et quelques autres, on pourrait s'étonner de ne plus trouver le cotylédon hypogé corrélatif de bulbes à gaines préfoliaires. Le fait s'éclaire si l'on remarque que le cotylédon hypogé, considéré plus haut comme précurseur d'une gaine, quand il était lui-même engainant, n'enveloppe ici en réalité que la base de la plantule et se tubérise entièrement avec elle, se trouvant ainsi analogue non à une gaine mince, mais à une tunique tubérisée.

Le même genre de remarques peut être fait à propos de *Scilla bifolia* L. : le cotylédon, épigé, gros, vert, aqueux et fragile, engainant juste à la base, est l'exact précurseur des feuilles vertes, aqueuses, fragiles, peu engainantes. Tandis que la première écaille de la plantule, très peu développée, est la préfiguration des écailles sans limbe succédant aux feuilles, le cycle foliaire comme le cycle pondéral sont indiqués d'avance.

Pour *Scilla autumnalis* L. et *S. obtusifolia* Poir., malgré la ressemblance apparente de la plantule avec celle de *Scilla bifolia* L., on peut noter que l'extrême rapidité de germination, l'allongement assez considérable en gaine mince de la base du cotylédon contenant une première écaille à peine moins allongée, augurent de l'apparition rapide des gaines fugaces suivies des feuilles dans le bulbe adulte.

Il y a donc une corrélation nécessaire entre la forme ou l'allure d'une phase de la vie et la phase suivante, par exemple entre la germination et l'allure du bulbe adulte. Ce lien rend compte de la convergence dans un même type de développement de plantes fort différentes qui ont le même départ à la germination. *Comme les types de plantules sont, géométriquement, en nombre très limité, les types de développement de l'ensemble de l'appareil végétatif le sont aussi.*

§ 3. — Remaniements à la classification des Scillées d'après le développement de l'appareil végétatif.

L'aspect des bulbes, le port des feuilles et des hampes florales, sont des caractères aussi importants que de minimes différences dans la fleur pour l'observateur non prévenu des principes habituels de la classification que dominant les caractères tirés de l'appareil reproducteur. La classification des Scillées, vue sous cet angle, ne coïncide pas toujours avec celle des flores. J'en avais eu l'intuition quand, en avril 1926, au rebord du plateau de Caussols, dans les Alpes-Maritimes, j'avais récolté pour la première fois des plantules de *Scilla italica* L. Elles se trouvaient presque identiques à celles d'*Endymion*, que j'étudiais alors. Sur-le-champ, j'avais vérifié que le bulbe était à renouvellement annuel, qu'il était à tuniques coalescentes et sans amidon ; enfin, que les fleurs portaient deux bractées, comme *Endymion*, et non une seule, comme la plupart des Scilles. *Scilla italica* L., à mon sens, ne pouvait donc être une vraie *Scilla*, mais se rapprochait bien plus d'*Endymion*. Ce fut la conclusion de mon mémoire de décembre 1926.

C'était déjà apporter quelques précisions à cette intuition des affinités dont parlait Ad. Steinheil (1836), revisant son genre *Urginea* sur l'existence « de quelques caractères assez importants, de ces caractères de végétation et de facies qui échappent souvent aux définitions rigoureuses ».

Il est certain que les caractères végétatifs, envisagés comme je l'ai fait sous l'aspect de leur développement et de leurs corrélations, procurent un moyen de définir et de préciser entre espèces des affinités jusque-là senties confusément. Ce sont les affinités tirées de l'appareil végétatif que je vais d'abord mettre en lumière en présentant une nouvelle classification de la plupart des espèces circumméditerranéennes du grand genre *Scilla*.

A. — NOUVELLE CLASSIFICATION DU GROUPE DES SCILLES.

DÉLIMITATION DU GENRE *SCILLA* D'APRÈS BAKER. —
La classification actuelle des Scilles remonte à J.-G. Baker.

(1872). Il définit très largement l'ancien genre *Scilla* de Linné (1735, 1753) par le périanthe à six divisions égales, libres, uninervées, étalées ou conniventes, colorées en bleu, rose ou blanc, jamais tout à fait en vert, les étamines périgynes à filets filiformes, l'ovaire sessile ou brièvement stipité, ovoïde, les graines globuleuses. Ainsi se trouvent exclues, depuis longtemps déjà, les *Urginea* (Steinheil 1834) à graines disciformes et plates, et un peu arbitrairement les *Camassia* (Lindley, 1832), à cause de leurs étamines relativement hypogynes et de leurs pièces florales multinervées.

DÉLIMITATION DES SECTIONS OU SOUS-GENRES DE *SCILLA* D'APRÈS BAKER. — Le genre *Scilla*, selon Baker, se subdivise en trois grands sous-genres : *Euscilla* Bak. à périanthe à segments étalés dès la base, à filets insérés un peu au-dessus de la base des segments ; *Ledebouria* (Link) Bak., à segments connivents en cupule à la base et à filets insérés un peu au-dessus de la base des segments, et *Endymion* (Dum.) Bak., pris comme genre par la plupart des auteurs français, à périanthe à segments connivents dans la moitié inférieure et à filets inégaux insérés en deux séries au-dessus de la base des segments.

PETITES SUBDIVISIONS DE *SCILLA*, D'APRÈS BAKER. — Les sections ainsi délimitées sont ensuite subdivisées par Baker en coupures, d'ordre successif, fondées d'abord sur le nombre d'ovules (1, 2 ou n) par loge, puis sur le nombre de bractées (0 ou subnulles, simples, doubles), enfin sur de menus caractères pour distinguer les espèces entre elles.

Tant qu'on ne regarde que la fleur, une telle classification est assez rationnelle et mérite davantage d'être conservée que les groupements très compliqués de Rafinesque (1836) ou les genres un peu artificiels de Salisbury (1866), fondés presque uniquement sur le nombre d'ovules par loge.

VALEUR RÉDUITE DES CARACTÈRES UTILISÉS JUSQU'ICI POUR LA CLASSIFICATION DES ESPÈCES DE *SCILLA* (L.) BAKER. — Cependant la classification de Baker repose encore

sur des caractères d'importance secondaire relativement à leur objet, qui est de définir des sections ou des sous-genres. Déjà, en 1926, j'en ai fait la critique :

La forme plus ou moins ouverte du périanthe n'est rien qu'un caractère d'espèce ou de variété : *Endymion campanulatus* Parl. a les fleurs en cloches ; *E. patulus* Dum., qui ne diffère du précédent sous aucun autre rapport, a les fleurs presque en roue. L'insertion plus ou moins haute des étamines sur le périanthe n'a certainement pas une valeur très importante, car, chez les *Endymion* de Baker, l'un (*E. nutans* Dum. = *Scilla festalis* Salisb.) a les six filets insérés un peu en haut, l'autre (*E. campanulatus* Parl. = *S. campanulata* Ait.) n'en a que trois insérés assez haut, les trois autres étant insérés à la base. Le nombre des ovules par loge, déjà sujet à de fréquentes irrégularités individuelles, varie entre des espèces très semblables sous tous les autres rapports comme *Scilla italica* L. et *S. Aristidis* Coss. d'une part à deux ovules et *S. vincentina* Link et Hoff. et *S. lingulata* Poir. à quatre ovules par loge d'autre part.

VALEUR PLUS IMPORTANTE DES CARACTÈRES TIRÉS DE L'ENSEMBLE DE L'APPAREIL VÉGÉTATIF. — Au contraire, l'étude détaillée que je viens de faire de l'appareil végétatif et de son développement me permet de préciser les caractères relatifs au port ou à l'aspect général si importants dans la suggestion des affinités. D'ailleurs, certains de ces caractères ne se prêtent qu'à des aspects opposés et sans intermédiaires, au moins parmi les Scillée, pouvant donner des diagnoses catégoriques.

Ainsi les plantules sont ou bien épigées, ou bien hypogées, sans ambiguïté. Les bulbes sont à renouvellement annuel total ou bien à renouvellement progressif plurannuel avec répétition de la mise en réserve à plusieurs reprises dans le même tissu. Le cycle foliaire commence par les pièces minces et fugaces que j'ai appelées gaines, ou il n'en possède pas. Les pièces tubérisées sont coalescentes sur une hauteur plus ou moins grande, ou bien elles sont entièrement libres. Les courbes de répartition pondérale des écailles donnent même des caractères assez tranchés. Les organes annexes des bulbes sont

encore fort caractéristiques : il y a des racines vivaces plus ou moins abondamment ramifiées, ou il n'y a que des racines annuelles presque toujours simples. Les hampes florifères sont raides et marcescentes, ou bien elles sont décombantes et fugaces. Le nombre même des bractées florales est encore un caractère important prêtant rarement à confusion.

Il est donc bien évident qu'au moins dans le groupe des Scillées, une fois la définition de la famille et de la tribu donnée par la fleur et le fruit, c'est l'appareil végétatif qui fournit les caractères les plus tranchés. C'est lui aussi qui révélera les affinités les plus probables, à la condition de l'envisager dans l'ensemble de son développement défini par des types distincts, et non sous un aspect incomplet, statique ou fragmentaire.

LES GENRES ET SOUS-GENRES A ÉTABLIR DANS L'ANCIEN GENRE *SCILLA* (L.) BAKER REVISÉ. — M'appuyant sur les caractères végétatifs décrits précédemment, voici les divisions en genres et sous-genres que je propose ; je n'utiliserai que des noms déjà adoptés par d'anciens auteurs selon les règles de priorité.

LE GENRE *ENDYMION* REVISÉ. — Il faut retirer du genre *Scilla* la section *Endymion* et avec elle au moins les deux espèces *S. italica* L. et *S. lingulata* Poir. pour les placer dans un genre *ENDYMION* revisé, complètement et profondément distinct de *SCILLA*.

Ce genre est défini par un ensemble de caractères qui le séparent complètement du reste des *Scilla* : plantules à cotylédon hypogé longuement engainant, bulbe à renouvellement annuel total, à pièces tuniquées et coalescentes, à cycle foliaire débutant par des gaines, racines annuelles, hampes raides, deux bractées. Ordinairement, pas d'amidon, ou, s'il y en a, amidon temporaire et à grains extrêmement petits.

L'examen de l'herbier du Muséum m'a montré que *S. vincentina* Link et Hoff. et *S. Aristidis* Coss. et des espèces voisines, comme *S. kabylica* Chab., sont, par tout ce qui peut

être analysé sur des échantillons desséchés, à joindre au genre *Endymion* révisé.

S'il convient de désigner une « espèce-type » pour ce genre, *Endymion*, c'est incontestablement *E. nutans* Dum. qui doit être choisi.

LES *SCILLA* PROPREMENT DITES. — Toutes les autres Scilles ont, à ma connaissance, des bulbes plurannuels, à l'exception de certaines espèces de la section *Ledebouria* (Roth., 1821) Bak. d'Afrique australe, trop différentes des espèces de l'hémisphère Nord pour que j'en tienne compte ici. Elles constituent le vrai genre *Scilla* correspondant aux *Euscilla* de Baker privées des *Scilla italica* L. et autres que je rattache à *Endymion*. L'étude des types de développement et d'évolution montre que des coupures importantes doivent y être faites.

LE SOUS-GENRE *PROSPERO*. — *Scilla autumnalis* L. et *S. obtusifolia* Poir. forment un premier lot, avec leur plantule épigée à gaine cotylédonaire allongée et à germination rapide, leur bulbe à racines ramifiées, leur courbe de répartition pondérale ne comportant qu'une région de maximum, leurs gaines précédant les feuilles, leurs bractées presque nulles, leurs ovules à deux graines, jamais plus, leur cycle biologique à floraison automnale précédant la croissance des nouvelles feuilles au lieu de les suivre.

Cependant M^{me} C.-V. Gatin sépare profondément ces deux espèces l'une de l'autre et les place dans des groupes différents sur le seul caractère de faisceaux supplémentaires dans le pédoncule de *S. obtusifolia* Poir. Devant les rapprochements aussi nombreux que j'ai marqués, devant une telle similitude de port et d'aspect, bien que ne laissant aucun doute sur la distinction des deux espèces, je crois que le caractère observé par M^{me} Gatin n'a qu'une valeur de discrimination spécifique.

Salisbury avait proposé le nom de *Prospero* pour *S. autumnalis* ; il l'étendait abusivement à *S. lingulata* Poir. et à *S. hyacinthoides* L. à cause de leurs graines peu nombreuses. On

peut néanmoins conserver ce nom au nouveau sous-genre défini plus haut et dont l'espèce-type est *S. autumnalis* L.

LE SOUS-GENRE *EUSCILLA*. — *Scilla bifolia* L., *S. sibirica* Andr., *S. amana* L., *S. cilicica* Siehe, forment un deuxième groupe. Les deux premières ont été étudiées ici sous tous les rapports ; sur les autres, mon information personnelle manque seulement d'un ou deux caractères. Leurs plantules épigées, à germination lente, leurs racines annuelles simples, leurs bulbes à courbe pondérale présentant une série croissante de maxima vers la périphérie, leur cycle foliaire ne comportant pas de gaine mais des écailles sans limbe relativement nombreuses, leurs hampes décombantes à la fructification, leurs bractées presque nulles, leur floraison extrêmement précoce, caractérisent un sous-genre distinct.

Le nom d'*Euscilla*, déjà employé avec un sens beaucoup plus étendu par Baker, mais restreint ici à ce groupe avec *S. bifolia* L. comme type, peut très justement lui être appliqué, car il contient les espèces auxquelles pensent d'abord les botanistes européens en parlant de Scilles.

LE SOUS-GENRE (provisoire) *PETRANTHE*. — Les autres Scilles : *S. Lilio-Hyacinthus* L., *S. pratensis* Waldst. et Kit., *S. verna* Huds., ont toutes des plantules hypogées à gaine cotylédonaire très courte, des racines vivaces ramifiées, des bulbes à courbe pondérale sans maxima bien nets, des cycles foliaires pourvus de peu d'écailles sans limbe (0,1, très rarement 2), des hampes rigides garnies d'une bractée basilaire, des pédoncules floraux uni- mais amplement bractées.

Ces caractères pourraient permettre de définir un autre sous-genre, moins homogène il est vrai. Salisbury a donné le nom de *Petranthe* à *S. verna* Huds., la plus répandue de ces trois espèces. On pourrait le conserver en l'étendant à toute la section. Ces trois espèces sont d'ailleurs assez différentes les unes des autres pour que je puisse tenir leur réunion comme provisoire et penser que l'étude d'autres espèces amènerait peut-être à faire de chacune d'elles le type d'un nouveau sous-genre.

LE SOUS-GENRE *BASALTOGETON*.— *Scilla peruviana* L., dont l'évolution du bulbe par ramification du plateau est si particulière, possède une courbe pondérale à deux maxima par cycle, des racines ramifiées, des plateaux persistant en longs rhizomes, une inflorescence en grappe très volumineuse, longuement bractéée, des hampes florales constamment pourvues de bractées intrabulbaires et disposées en grappe condensée à la base au lieu d'être disposées en cyme. C'est le chef de file, seul de son type parmi les espèces étudiées ici, d'un sous-genre qui pourrait prendre le nom de *Basaltogeton* imposé par Salisbury comme nom générique à *Scilla peruviana* L., en raison d'une de ses localités parmi les roches basaltiques du Portugal. Le nom de *Caloscilla*, bien que plus euphonique, ne peut pas être repris, Jordan et Fourreau ne l'ayant proposé qu'en 1868, deux ans après la publication posthume de Salisbury.

Il reste d'autres *Scilla*, quelques espèces méditerranéennes que je n'ai pu me procurer en assez grand nombre, et surtout des espèces sud-africaines appartenant principalement à la section *Ledebouria* de Baker. Mais ce qui précède suffit à démontrer l'usage que la systématique peut faire d'une étude biologique et morphologique de l'appareil végétatif. Un tableau d'ensemble, ci-contre, résume cette nouvelle classification de l'ancien « grand genre » *Scilla* (L.) Bak.

ANCIEN GENRE « SCILLA » (L.) Bak.

Caractères floraux de *Scilla* (L.) Bak. 1872. (Voir p. 281).

✠ Des gaines. — Bulbes à renouvellement annuel total, tuniqués, à tuniques coalescentes, à racines annuelles, à nombreuses écailles sans limbe. — Deux bractées florales. Hampes raides. — Plantules hypogées à gaine cotylédonaire longue et mince. — Pas de caïeux. Régénération facile au fond des gouttières entre les tuniques et à la surface des limbes verts. = Genre **ENDYMION** Dum. extens. Nob.

♣ Filets insérés au-dessus de la base des segments. Périanthe campanulé. Jamais d'amidon. Racines insérées aux flancs du bulbe. = SOUS-GENRE **Hylomenes** (Salisb.) Nob.

Endymion nutans Dum., *E. campanulatus* Parl., *E. cernuus* Dum., *E. patulus* Dum., *E. cedretorum* Pom.

♣ Filets insérés près de la base des segments. Périanthe étalé en roue. De l'amidon transitoire très fin. Racines insérées ordinairement sous le bulbe. = SOUS-GENRE **Somera** (Salisb.) Nob.

> 2 graines par loge (ancien genre *Somera* Salisb. *sensu stricto*).

Endymion italicus (L.) Nob., *E. Aristidis* (Coss.) Nob., *E. kabylicus* (Chab.) Nob.

> Plus de 2 graines par loge.

Endymion lingulatus (Poir.) Nob., *E. Vincentinus* (Link et Hoff. Nob.

✠ Pas de gaines (sauf dans le sous-genre *Prospero*, où les bractées sont alors nulles). — Bulbes à renouvellement progressif plurannuel, écailleux, à écailles libres. — Bractées florales nulles, subnulles ou simples (très rarement 2: *S. Hohenackeri* Fisch. et Mey., mais alors elles sont courtes et il n'y a pas de gaines). — De l'amidon en gros grains le plus souvent. = Genre **SCILLA** L., Bak. emend. Nob.

N. B. — Cette définition ne tient pas compte du sous-genre tropical et sud-africain *Ledebouria* Bak.

♣ Pas de gaines. Bulbes à forte proportion d'écailles sans limbe (1 pour 1 à 2 écailles foliifères). Écailles à bords peu obliques ou droits. Très peu d'écailles sèches à l'extérieur. — Racines annuelles, simples. — Bractées nulles ou très courtes. Hampes décombantes. Floraison précoce. — Plantules épigées, à base tubérisée courtement engainante. — Courbes pondérales à 1 maximum par cycle, avec série de maxima croissants du

centre à la périphérie. — Feuilles molles incapables de régénérer des bulbilles. = SOUS-GENRE **Euscilla** Nob. (non Bak.).

Scilla bifolia L., *S. sibirica* Andr.,
S. cilicica Siehe, *S. amœna* L. — et
probablement *S. messeniaca* Boiss.,
S. puschkinioides Reg., etc.

- ♣ Pas de gaines. Bulbe à 0 ou 1 écaille sans limbe. — Racines ramifiées, vivaces. — 1 bractée florale allongée. Hampes raides portant une bractée basale intrabulbaire. Plantules hypogées, à gaine cotylédonaire courte et tubérisée. Courbes de répartition pondérale sans maximum net. = SOUS-GENRE provisoire **Petranthe** (Salisb.) Nob.

○ *Scilla pratensis* W. et K. — et probablement *S. Bertheloti* Webb. et *S. hæmorroidalis* Webb.

○ *Scilla verna* Huds. — et probablement *S. monophyllos* Link, *S. odorata* Link, *S. lusitanica* L.

○ *Scilla Lilio-Hyacinthus* L.

- ♣ Pas de gaines. Bulbes à 0 ou 1 écaille sans limbe **par cycle** ; écailles externes à bords très effilés. Bulbes très gros, à plateaux persistants en longs rhizomes ramifiés. — Racines vivaces, ramifiées, insérées très bas sur le plateau. — Bractées florales simples très longues. Hampes vigoureuses, raides, pourvues à la base de bractées intrabulbaires. — Courbes pondérales à 2 maxima par cycle. — Feuilles longuement persistantes durant l'année, mais presque incapables de régénérer des bulbilles. = SOUS-GENRE **Basaltogeton** (Salisb. *pro genere*), revis. Nob.

Scilla peruviana L. — et très probablement *S. Cupani* Guss., *S. villosa* Desf., etc.

- ♣ Des gaines rousses, fugaces. Bulbes à 1 écaille sans limbe par cycle. Écailles très embrassantes, à bords droits. Nombreuses écailles sèches en dehors. — Racines vivaces, ramifiées. — Bractées florales subnulles ou nulles. Hampes raides, extérieures à l'embrassement des feuilles. Floraison automnale. — Plantule épigée à cotylédon assez longuement engainant. — Courbes de répartition pondérale à maxima annuels effacés, mais à une région de maximum correspondant à la partie moyenne du bulbe. = SOUS-GENRE **Prospero** (Salisb. *pro genere*), emend. Nob.

S. autumnalis L., *S. obtusifolia* Poir.
et ses races, — et probablement *S. Holzmannia* Heldr., *S. Hauburii* Bak., etc.

**B. — GÉNÉRALISATION DE LA MÉTHODE ;
EXTENSION A D'AUTRES GROUPES DE SCILLÉES.**

La méthode de classification des genres et de leurs sous-genres par les types de développement de l'appareil végétatif est susceptible d'extension à d'autres groupes de Scillées et se montre par là d'une portée plus générale.

LE GROUPE DES ORNITHOGALES. — Parmi le genre *Ornithogalum* (Tourn. 1735) L. (1753), Baker en 1872 a établi, d'après la fleur et l'inflorescence, six sections. Les espèces que j'ai pu examiner confirment la valeur de certaines de ces sections, et une étude plus poussée amènerait sans doute à considérer plusieurs d'entre elles comme des genres distincts.

Ainsi la section *Heliocharmos* Bak. comprend *O. umbellatum* (L.) G. G., *O. divergens* Bor., *O. tenuifolium* Guss., etc., que j'ai moi-même rapprochés pour leurs bulbes tuniqueés, annuels, à pièces toutes foliifères et toutes coalescentes.

Myogalum Bak. contient *O. nutans* L., que j'ai, de mon côté, mis à part, au voisinage des précédents, pour son bulbe également annuel et à pièces toutes foliifères, mais nullement coalescentes et les externes seules tuniqueés.

Caruelia Bak. possède *O. arabicum* L., dont je n'ai pu étudier qu'un nombre trop restreint de bulbes, mais qui diffèrent de tous autres par leur évolution plurannuelle, la forme de leurs écailles toujours embrassantes et leur fréquente production de caëux externes.

Beryllis Bak. renferme *O. pyrenaicum* L., *O. narbonense* L., *O. sessiliflorum* Desf., que j'ai réunis à cause de leurs bulbes plurannuels, sans caëux à écailles à bords effilés et se détruisant progressivement de haut en bas.

PETITS GENRES VOISINS DES ANCIENNES SCILLES. — *CAMASSIA* Lindl., qui contient les seules Scillées nord-américaines, est placé non loin de *Scilla* par M. Krause (*in* Engler). Cependant Baker l'en éloigne à cause de ses étamines qu'il voit hypogynes, bien que Salisbury les ait décrites pérygynes. Krause n'a pas retenu ce caractère, car il ne re-

présente qu'une insertion encore plus basale des filets sur le périanthe, c'est-à-dire rien de radicalement différent du cas de la plupart des *Scilla*. Baillon (1894) rapprochait aussi *Camassia* de *Scilla* et l'appelait «prétendu genre américain».

L'examen que j'ai pu faire de quelques espèces obligeamment communiquées par les Établissements Vilmorin, Andrieux et C^{ie}, m'a montré des plantes à germination du type hypogé à longue gaine cotylédonaire, ne différant d'*Endymion* que par le limbe spatulé de la première feuille et la graine quelque peu soulevée hors de terre à la fin. Leur bulbe est à renouvellement annuel total, sans amidon, pourvu de tuniques plus ou moins coalescentes et de longues gaines fugaces précédant les feuilles. Le port rappelle souvent celui de la Jacinthe des bois.

La vraie place de *Camassia* apparaît donc clairement : ce genre n'est nullement voisin de *Scilla* au sens strict (*Scilla* Nob. et Auct. Gallic. = *Euscilla* Bak. non Nob.), mais au contraire très proche d'*Endymion*. Les étamines insérées très bas sur le périanthe, les bractées florales simples, et de plus multinervées comme les pièces du périanthe, sont peut-être des caractères suffisants pour maintenir *Camassia* comme genre distinct. A vrai dire, en élargissant à peine la définition que j'ai donnée d'*Endymion*, *Camassia* y rentrerait comme simple sous-genre.

CHIONODOXA Boiss., *PUSCHKINIA* Adams, ont été presque toujours, même par Krause, éloignés des Scilles et placés vers les Hyacinthes, à cause de leur périanthe soudé en cloche à la base. Les filets courts, élargis et pétaloïdes de *Chionodora*, la couronne membraneuse découpée en six lobes qui orne la gorge de la fleur de *Puschkinia* sont des caractères floraux de plus de valeur que la soudure des lobes du périanthe et légitiment la désignation de deux genres distincts.

Mais leurs affinités m'apparaissent, contrairement à la plupart des auteurs, extrêmement étroites avec les *Scilla*, et, plus exactement, avec le sous-genre *Euscilla* Nob. (non Bak.). Le port, l'aspect général, la précocité de floraison, rappellent extraordinairement *S. sibirica* Andr. et *S. bifolia* L. Mais sur-

tout j'ai montré que les plantules épigées à gaine cotylédonaire courte, les bulbes plurannuels, à écailles à bords presque droits, à écailles sans limbe relativement nombreuses, les racines simples, les hampes décombantes après la floraison et presque dépourvues de bractées sont, chez ces plantes, des caractères végétatifs identiques à ceux des *Eusilla* Nob.

LE GROUPE DES HYACINTHES ET MUSCARIS. — Ces Scillées à périanthe largement soudé en cloche contiennent une série de formes dont le classement serait tout entier à reprendre dans un travail plus étendu que je me propose de poursuivre. Les auteurs y distinguent avec J.-G. Baker (1870) les genres et sections suivants :

Muscari Mill., à périanthe urcéolé, contracté sous l'ouverture, à dents petites ; avec trois sections : *Moscharia* (Salisb.) Bak. à périanthe en tube urcéolé pourvu de segments arrondis très brièvement étalés en étoile (*Muscari moschatum* Willd. d'Orient) ; *Leopoldia* (Parl.) Bak. (= *Comus* Salisb.) à périanthe obovoïde urcéolé, relativement grand, et à grappe florale surmontée d'un toupet de fleurs stériles (notre *Muscari comosum* Mill.) ; et *Botryanthus* (Kunth) Bak. à périanthe globuleux ou obovoïde, court, petit, à grappe sans toupet (notre *Muscari racemosum* Mill.).

Hyacinthus (L.) Kunth à périanthe non contracté à l'ouverture, à dents plus ou moins longues et aplaties ; avec les sections : *Euhyacinthus* Bak. à segments égaux au tube, à graines pourvues d'une arille (*H. orientalis* L.) ; *Hyacinthella* Schur *extens.* Bak. à segments deux ou trois fois plus courts que le tube, à filets insérés haut dans ce tube, à deux à quatre graines par loge (*H. amethystinus* L.) ; *Strangweya* (Parl.) Bak. à segments plus longs, à filets larges dentés, à cinq ou six graines par loge ; *Bellevalia* (Lap.) Bak., pris pour genre par les flores françaises (par exemple *B. romana* Rehb.) à segments courts, à filets insérés à la gorge, sans dents, à une ou deux graines par loge ; et enfin *Peribœa* Benth. et Hook. pour quelques espèces sud-africaines.

L'examen des caractères végétatifs et du développement de celles de ces plantes, que j'ai pu me procurer ou au moins

voir en herbier sur de bons échantillons, suggère d'importantes modifications à cette classification :

Les *Muscari* de la section *Leopoldia* (*Muscari comosum* Mill.) et les *Bellevalia* (*B. romana* Rehb., *B. dubia* Rehb.) ont des bulbes très semblables, pourvus de trois à quatre cycles d'écaillés très embrassantes à bords droits. La hampe raide, les bractées presque nulles, accentuent la ressemblance.

Hyacinthus orientalis L., principal représentant de la section *Euhyacinthus* de Baker, a des bulbes du même type, mais pourvus seulement de deux cycles foliaires en moyenne ; les hampes défléchies à la fructification, les bractées très courtes et larges, les capsules gonflées par les graines grossies de leur volumineuse arille, constituent plus de différences avec *Bellevalia* qu'il y en a entre *Bellevalia* et *Leopoldia*.

Le cas le plus intéressant est celui des *Hyacinthella* Bak. Baker y range des espèces de l'Europe orientale et de l'Asie Mineure comme *H. leucophaeus* Steven, pour lesquelles Schur (1850) avait créé le genre *Hyacinthella*. Il y joint *H. amethystinus* L. des Pyrénées et de Croatie, pour laquelle Salisbury, alors qu'on ignorait les *Hyacinthella* Schur, avait créé le genre monotype *Brimeura*. Le rapprochement de ces deux groupes par Baker est absolument inadmissible. Les *Hyacinthella* de Schur sont des plantes à fleurs en grappe dense, à bractées subnulles, à bulbes dépourvus de gaines et plurannuels ; leur port rappelle tellement certains *Muscari* de la section *Botryanthus* que le *M. pallens* Fisch de Transylvanie est souvent classé dans les herbiers avec les *Hyacinthella* de Schur. Au contraire, *H. amethystinus* L., comme je l'ai montré, est une plante qui appartient complètement à la section biologique *Endymion* autant par sa plantule hypogée à longue gaine cotylédonaire que par son bulbe à renouvellement annuel total, tunique et pourvu de gaines fugaces préfoliaires. *H. amethystinus* L. a de longues bractées florales simples, il est vrai, mais colorées comme chez les *Endymion* et *Camassia*, qu'elle est seule à posséder parmi toutes les *Hyacinthus* et *Muscari*. Son port enfin rappelle tout à fait celui d'*Endymion*, comme l'avait déjà noté Salisbury disant :

« *Brimeura* est un genre intermédiaire entre *Hyacinthus* et *Hylomenes* (c'est-à-dire *Endymion*), mais plus étroitement allié à ce dernier genre ». Le caractère du bulbe à renouvellement annuel et pourvu de gaines est également unique chez les *Hyacinthus* comme chez les *Muscari*, sauf parmi le sous-genre d'espèces australes *Peribœa*. Enfin, *H. amethystinus* L. a des aptitudes à la régénération encore plus marquées que celles d'*Endymion*, tandis que la plupart des *Hyacinthus* et *Muscari* paraissent, jusqu'à nouvel ordre, impuissantes à régénérer sur feuilles vertes. Ces caractères différentiels valent aussi bien pour *Hyacinthus fastigiatus* Bert., qui, de la sorte, se rapproche beaucoup de *H. amethystinus*.

En résumé, il y a lieu de reprendre le genre *Brimeura* créé par Salisbury pour une espèce aussi distincte que *H. amethystinus* L. et de l'étendre à *H. fastigiatus* Bert. Parmi les nombreux genres créés par Salisbury, il y en a peu d'aussi légitimes. *Hyacinthella* doit être réservé aux espèces mêmes pour lesquelles Schur avait créé ce nom.

Si l'on sépare les *Muscari* des *Hyacinthus* et notamment des *Bellevalia*, il y a encore plus de raison de séparer *Bellevalia* comme genre distinct de *Hyacinthus orientalis* L. Il resterait à savoir si vraiment Linné n'avait pas raison de réunir tous nos *Muscari* et *Bellevalia* actuels en un seul genre *Hyacinthus* L., où seraient pratiquées les coupures nécessaires en divers sous-genres.

Le tableau ci-contre résume cette première approximation que je propose comme classification des Hyacinthes et Muscaris.

ANCIEN GROUPE DES HYACINTHES ET MUSCARIS

- ✠ Bulbe à renouvellement total annuel, tunique, à tuniques coalescentes en hauteur et en largeur. Cycle foliaire commençant par une ou plusieurs gaines minces. Plantule à cotylédon hypogé longuement engainant. Une longue bractée aiguë, colorée. = **Genre BRIMEURA** Salisb. extens. et revis. Nob.

Brimeura amethystina Salisb., et sous ce nom de genre les diverses espèces jordaniennes, notamment *B. am.*, var. *pallidiflora* (J. et F.) Nob. — *B. fastigiata* (Bert.) Nob. (plantule non vue).

- ✠ Bulbe à renouvellement progressif plurannuel, écailleux (sauf dans le jeune âge), à pièces libres. Cycle foliaire sans gaines, composé d'écailles foliifères et d'une écaille sans limbe. Plantule (quand elle est connue) à cotylédon épigé brièvement engainant. Bractées courtes ou nulles. = VÉRITABLES HYACINTHES et MUSCARIS.

- ♣ Bulbes ne comportant d'ordinaire guère plus de deux cycles foliaires tubérisés à la fois. Hampes défléchies à la fructification. Graines pourvues d'une arille. Péricarpe infundibuliforme, à lobes recourbés, à tube contracté sur l'ovaire, à filets fins, sans dents. — **Genre HYACINTHUS** L. emend. Nob. (= section *Euhyacinthus* Bak.).

Hyacinthus orientalis L. et ses var.

- ♣ Bulbes comportant plus de deux cycles foliaires tubérisés à la fois. Hampes raides. Graines sans arille. Capsules trigones. Bractées courtes ou nulles.

(Genres à classer provisoirement par les caractères floraux.

- > Fleurs en tube contracté à la gorge, en grappe terminée par un toupet de fleurs stériles : **MUSCARI** Mill., SOUS-GENRE **Leopoldia** (Parl.) Bak.

Muscari comosum Mill., etc.

- > Grappes sans toupet. Fleurs contractées ou non.

▼ Fleurs en tube urcéolé, contracté.

- < Segments du péricarpe épaissis. — **MUSCARI** Mill. SOUS-GENRE **Moscharia** (Salisb.) Bak.

Muscari moschatum Willd., etc.

◀ Segments du périanthe non épaissis. —

MUSCARI Mill. SOUS-GENRE **Bothryanthus** (Kunth) Bak.

Muscari racemosum Mill., *M. botryoides* Mill., etc.

V Fleurs en tube non contracté.

- Étamines insérées dans le tube. Périanthe court. Port de *Muscari botryoides*. — Genre **HYACINTH-HELLA** Schur.

Hyacinthella leucophæa Schur., *H. dalmatica* (Bak.) Nob., etc.

- Étamines insérées à la gorge. Périanthe un peu plus long. Port varié et différent. — Genre **BELLEVALIA** Lap.

Bellevalia romana Rchb., *B. dubia* Rchb., *B. ciliata* Nees, *B. trifoliata* Kunth, etc.

← Non vus sur le vivant : le SOUS-GENRE **STRANGWEYA** (Parl.) Bak. à segments > tube, et filets larges tridentés (de la Méditerranée orientale), et le sous-GENRE **PERIBŒA** Benth. et Hook. à étamines fixées à la base des lobes, et, autant que j'ai pu en juger, à bulbes plurannuels pourvus de gaines (Afrique du Sud). Ces sous-genres pourraient vraisemblablement être élevés au rang de genres, notamment le dernier, qui diffère plus des autres *Hyacinthus* que n'en diffèrent les *Muscari*. [Genres **STRANGWEIA** Parl. (*S. spicata* Parl.) et **PERIBŒA** Kunth].

C. — JUSTIFICATIONS APPORTÉES A LA CLASSIFICATION REVISÉE DES SCILLÉES, PRINCIPALEMENT PAR LA GÉOGRAPHIE BOTANIQUE.

J'ai déjà exprimé l'idée que la similitude de types de développement pouvait suggérer l'hypothèse d'une parenté réelle entre espèces pas trop dissemblables par ailleurs. La classification revisée que j'ai proposée, pour les Scilles notamment, ne tend à rien d'autre qu'à faire ressortir, dans le domaine de la taxinomie, les affinités les plus complètes. Il

resterait à démontrer, par d'autres preuves que celles de l'affinité, que les rapprochements proposés sont plus encore que des groupements commodes pour la classification, qu'ils correspondent à une parenté réelle ou très probable. La systématique d'un groupe de plantes deviendrait alors la plus haute expression de nos connaissances sur ce groupe. Elle les résumerait toutes et permettrait d'en prévoir de nouvelles.

Si la classification que j'ai proposée répond à des parentés réelles entre les espèces groupées, elle ne doit pas manquer d'applications. Elle pourra, par exemple, permettre de prévoir que, si l'on veut chercher à hybrider une plante bulbeuse à amidon avec une plante sans amidon, il y a peu de chances à tenter entre *Euscilla* et *Endymion*, tandis qu'il y en a beaucoup pour réussir entre *Endymion nutans* Dum. et *E. italicus* Nob. (= *Scilla italica* L.) ou même entre *Endymion* et *Brimeura amethystina* Salisb. (= *Hyacinthus amethystinus* L.), si riche en amidon, mais si semblable à *Endymion* sous les autres rapports. Elle permettrait, de même, de prévoir une hybridation probablement facile entre les diverses plantes de la « section biologique *Scilla bifolia* », par exemple entre *Chionodoxa* Boiss. et *Scilla sibirica* Andr. ou *bifolia* L., malgré les importantes différences florales qui séparent ces deux genres. Et de fait un tel hybride, selon E.-T. Reichert (1919), a été réalisé et dénommé *Chionodoscilla*. L'hybridation serait à tenter aussi entre *Chionodoxa* Boiss. et *Puschkinia* Adams et entre *Puschkinia* Adams et *Euscilla* Nob.

Pour établir mieux que des rapprochements fondés sur l'affinité, pour donner de sérieuses présomptions en faveur d'une réelle parenté entre espèces, trois ordres de preuves sont d'ordinaire invoquées : paléontologiques, génétiques et géographiques.

Les documents paléontologiques manquent totalement sur le groupe des Scillées. Les expériences génétiques sont encore trop peu nombreuses. Elles nous apprennent l'extrême parenté et le polymorphisme des races et variétés chez *Hyacinthus* (L.) Nob.; elles confirment, comme on a vu, la parenté de *Chionodoxa* avec *Euscilla* Nob.; les études nucléaires

éloignent *Hyacinthus* (L.) Nob. de *Bellevalia* ; là se bornent les confirmations tirées de la génétique (1).

Mais il reste les documents fournis par la répartition actuelle des espèces, témoignage très réel, mais souvent délicat à interpréter, de l'histoire de leur évolution. Avec toute la prudence qu'impose le maniement d'une telle démonstration, je tiens à résumer ici les données géographiques que j'ai expo-

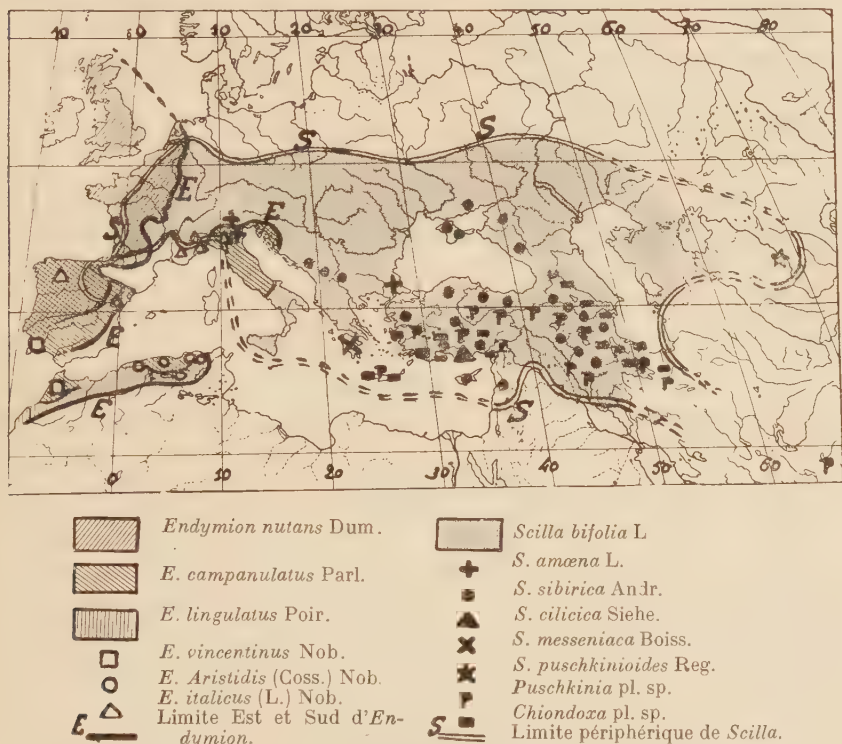


Fig. 79. — Carte de la répartition des genres *Endymion* Nob. et *Scilla* sous-genre *Eusilla* Nob. non Bak. — Toutes les espèces rattachées à *Endymion* sont comprises à l'intérieur de l'aire subatlantique des anciens *Endymion* Dum (*nutans* + *campanulatus*), sauf plus grande extension en Afrique du Nord et jalons entre l'Italie et l'Espagne par *E. italicus* (L.) Nob. — De même, toutes les *Eusilla* Nob., et de plus les genres voisins *Chionodoxa* et *Puschkinia* sont compris dans l'aire orientale et sarimatique de *Scilla bifolia*, sauf quelques espèces ou localités encore plus orientales — (Canevas De Martonne).

sées dans une note récente (1930) et qui confirment très heureusement la division en genres et sous-genres que les types de développement de l'appareil végétatif m'avaient amené d'autre part à établir. Elles montrent que les diverses espèces

(1) Voir, entre autres, C. D. Darlington (1926), W. E. de Mol (1921 et 1928) E. T. Reichert (1913 et 1919), etc.

de chaque genre ou sous-genre révisé appartiennent à un même domaine géo-botanique, assez restreint et défini.

AIRE GÉOGRAPHIQUE DES *ENDYMION* Nob. *non* Dum. — Toutes les espèces du genre *Endymion* Nob. appartiennent à la moitié occidentale de l'Europe et de l'Afrique du Nord.

Endymion nutans Dum. : Grande-Bretagne, Hollande, Belgique, Allemagne occidentale, France surtout occidentale, Illyrie, Péninsule Ibérique.

E. campanulatus Parl. (incl. *E. cernuus*, *patulus* etc.), Angleterre (RR), France occidentale (RR), Espagne, Portugal, Italie; Algérie (*E. Cedrotorum* Pomel).

E. italicus (L.) Nob. — Alpes liguriennes et provençales, Suisse et Bade (où il n'est probablement pas spontané), péninsule Ibérique.

E. Aristidis (Coss.) Nob. — Algérie.

E. lingulatus (Poir.) Nob. — Afrique du Nord, moitié occidentale.

E. vincentinus (Link et Hoff.) Nob. — Portugal, Maroc.

AIRE GÉOGRAPHIQUE DES *EUSCILLA* ET GENRES VOISINS. — Le sous-genre *Euscilla* Nob. est tout entier d'un même domaine géo-botanique : il appartient à l'élément oriental aralo-pontique, plutôt même au sous-élément sarmatique, et ses espèces s'étendent de l'Asie Mineure et du Caucase à la Méditerranée orientale et à l'Europe Centrale, certaines (*Scilla bifolia*) atteignant la France et même le nord de l'Espagne.

Les *Puschkinia* Adams et *Chionodoxa* Boiss., que je rapproche tellement d'*Euscilla* Nob., ont exactement la même aire de distribution orientale (Cf. fig. 79, p. 297).

AIRE GÉOGRAPHIQUE DES *SCILLA*, DU SOUS-GENRE *PETRANTHE* Nob. — Diverses *Scilla* sont pour leur part de la moitié occidentale de l'Europe ; ce sont celles que j'ai rapprochées dans le sous-genre provisoire *Petranthe* et qui ont avec *Endymion* le trait commun d'une plantule hypogée. Leur dispersion moins homogène correspond à la moindre uniformité du sous genre *Petranthe*.

Scilla verna Huds. — Norvège, Iles Færoër, Grande-Bretagne, France occidentale, Pyrénées, Espagne.

S. odorata Link. — Péninsule Ibérique.

S. monophyllos Link. — Péninsule Ibérique. Maroc.

S. lusitanica L. — Portugal.

S. pratensis W. et K. — Croatie, Bosnie, Herzégovine, Monténégro.

S. Lilio-Hyacinthus L. — France centrale et occidentale, Péninsule Ibérique.

AIRES GÉOGRAPHIQUES DANS LE GROUPE DES HYACINTHES ET MUSCARIS. — Dans le groupe des anciens *Muscari*s et Hyacinthes, le genre *Brimeura*, tellement à part, a aussi une aire disjointe singulière. *Brimeura amethystina* Salisb. : chaîne des Pyrénées, Croatie, Bosnie, c'est-à-dire des chaînes du plissement pyrénéen, à l'exclusion des chaînes alpines ; pour *B. fastigiata* Nob. (= *Hyacinthus fastigiatus* Bert.) : Corse, Sardaigne, Baléares, c'est-à-dire des îles qui appartiennent à la même région géographique. Cette répartition, apparemment liée au domaine tectoniquement pyrénéen, ou à ses dépendances, est calquée par un bon nombre d'autres plantes, de souche ancienne, *Ramondia* par exemple, ou *Galium comterrhizon* Lap.

Les *Bellevalia* sont circumméditerranéennes ; *Euhyacinthus* est du domaine de la Méditerranée orientale ; *Muscari*, subméditerranéens, avec large extension en Europe et en Orient ; *Hyacinthella* Schur., franchement sarmatiques.

AIRE GÉOGRAPHIQUE DES *CAMASSIA*. — Ce genre proche des *Endymion* leur fait pendant de l'autre côté de l'Atlantique, en Amérique du Nord, à l'exclusion de toutes autres Scillées.

Toutes les sources d'information confirment donc la signification profonde des groupes d'espèces établis sur la communauté de type de développement de l'appareil végétatif. Elles impliquent une parenté probable des espèces dans chaque groupe ou section, qui se comporte comme un phylum distinct.

CONCLUSION

Chez les Scillées, l'appareil végétatif permet de délimiter des groupes d'espèces affines. La structure des plantules, la structure, la formation et la régénération des bulbes, les phénomènes de croissance végétative présentent un ensemble de particularités qui définissent des types de développement.

* * *

Pour ce qui concerne la morphologie de la *germination* :

Le type plantule *Endymion nutans* est caractérisé par le cotylédon hypogé, incolore, mince et longuement engainant ;

Le type plantule *Scilla Lilio-Hyacinthus* est caractérisé par le cotylédon hypogé incolore formant une gaine courte et tubérisée ;

Le type plantule *Scilla bifolia* est caractérisé par le cotylédon épigé, vert, assimilateur, courtement engainant à la base ;

Le type plantule *Scilla autumnalis* est caractérisé par le cotylédon épigé, vert, assimilateur, assez longuement engainant au-dessus de la base.

Il existe quelques variétés à chacun de ces types et quelques types aberrants.

* * *

L'examen des *bulbes* permet aussi de définir des types de structure d'après la forme des écailles ou des tuniques, l'ordre de leur succession annuelle, l'anatomie des plateaux, la forme et l'insertion des racines et la disposition des inflorescences. Sur ces divers points j'ai précisé la définition des

termes employés et élucidé plusieurs questions douteuses ; notamment j'ai établi que les hampes florales des Scillées sont toujours en position terminale et disposées soit solitaires, soit en cyme, soit en grappe.

D'autre part, j'ai montré qu'il existe chez les Scillées deux grandes catégories de bulbes. Elles comprennent elles-mêmes plusieurs types de bulbes correspondant chacun à un type plantule défini ou à l'une de ses variétés.

Les deux grands groupes de bulbes sont :

Les bulbes qui renouvellent complètement chaque année toutes leurs parties tubérisées ; ce sont en même temps des bulbes tuniqueés ;

Les bulbes qui renouvellent progressivement et en plusieurs années leurs parties tubérisées ; ce sont, chez les Scillées, des bulbes écailleux à l'état adulte.

Parmi les bulbes tuniqueés et à renouvellement annuel total :

Le type bulbe *Endymion nutans*, correspondant au type plantule *Endymion nutans*, présente des tuniques coalescentes en hauteur et en largeur ; le cycle foliaire annuel se compose de gaines minces caractéristiques suivies des tuniques porteuses de limbes et de nombreuses écailles sans limbe ;

Les type bulbes *Ornithogalum umbellatum* et *nutans*, groupe complexe, ne présentent normalement que des tuniques porteuses de limbe ; elles sont encore coalescentes en largeur chez *O. umbellatum* et les espèces voisines ; elles sont libres entre elles chez *O. nutans*.

Parmi les bulbes écailleux à renouvellement progressif en plusieurs années :

Le type bulbe *Scilla bifolia*, correspondant au type plantule *Scilla bifolia*, présente des écailles moyennement embrassantes, à bords droits ; le cycle foliaire annuel se compose d'écailles porteuses de limbe et d'écailles sans limbe presque aussi nombreuses ; les racines sont simples et annuelles, la floraison très précoce, les hampes faibles et décombantes ;

Le type bulbe *Scilla autumnalis*, correspondant au type plantule *Scilla autumnalis*, présente des écailles très embrassantes et longtemps persistantes ; le cycle foliaire annuel se compose de gaines fugaces caractéristiques précédant les feuilles, d'écailles porteuses de limbe et d'une écaille sans limbe ; les racines sont vivaces et ramifiées, la floraison automnale, les hampes raides et extérieures à l'embrassement des feuilles ;

Le type bulbe *Ornithogalum pyrenaicum*, correspondant à une variété du type plantule *Scilla bifolia*, présente des écailles d'embrassement variable sur le même bulbe, à bords obliques effilés ; le cycle foliaire annuel ne se compose que d'écailles porteuses de limbe et d'une ou de deux écailles sans limbe ; les racines sont simples et annuelles, les hampes raides et embrassées par les feuilles.

Et il existe encore d'autres types de bulbes, rattachés aux espèces *Hyacinthus orientalis*, *Scilla Lilio-Hyacinthus*, *S. peruviana*, aussi distincts entre eux que les précédents le sont les uns des autres et définis par des caractères du même ordre.

* * *

Les groupes d'espèces définis par les types plantules et les types bulbes sont précisément ceux que l'on peut établir par des divergences du *dynamisme du développement*. Parmi ces derniers caractères j'utilise, entre autres, le bourgeonnement, la régénération et aussi la répartition des poids des écailles sur les bulbes.

Le *bourgeonnement* donne des types à caïeux externes, comme *Ornithogalum umbellatum*, ou à caïeux internes plus ou moins profonds comme *Scilla bifolia* ; ou bien ce sont, au centre même du bulbe, des bourgeons latéraux dont l'activation vient doubler le bourgeon terminal, soit à la suite de la floraison (cas le plus général), soit au début de la poussée des feuilles (*Endymion nutans*). Il est vrai qu'entre ces types de bourgeonnement les délimitations sont moins nettes qu'entre les précédents types plantules et types bulbes.

La *régénération* se fait par la poussée de bulbilles sur divers organes en amont des points lésés. Elle est fréquente à la surface des écailles tubérisées, presque toujours facile à la surface des écailles en cours de tubérisation. Certaines espèces ont même une aptitude remarquable à régénérer sur les limbes verts des feuilles. D'autres ne régénèrent jamais sur leurs tuniques bien tubérisées, mais seulement au fond des gouttières entre tuniques coalescentes. Ce dernier type de régénération correspond exactement au type plantule et au type bulbe *Endymion nutans*. Pour les autres cas, moins nettement délimités, la correspondance est seulement fréquente avec tel ou tel type de bulbes ou de plantules.

La *répartition des poids des écailles sur les bulbes* fournit une expression globale de l'activité de la croissance, y compris l'échange des réserves. Elle peut se traduire pour chaque bulbe par un diagramme de répartition ou une courbe dont l'allure générale est un élément spécifique constant. Tels sont, pour ne citer que les principaux :

Le type répartition des poids des écailles *Scilla bifolia* avec un maximum par cycle foliaire annuel et la série des maxima allant en croissant du centre à la périphérie ;

Le type répartition des poids des écailles *Scilla peruviana* avec deux maxima par cycle foliaire annuel ;

Les types répartition des poids des écailles *Scilla autumnalis* et *Ornithogalum pyrenaicum* avec les maxima annuels effacés au profit d'une région de maximum correspondant à la partie moyenne du bulbe ;

Le type répartition des poids des écailles *Endymion nutans* avec un seul cycle tubérisé donnant une courbe simplement croissante vers la périphérie ; etc.

*
* *

L'étude morphologique des plantules et des bulbes et les caractères tirés du dynamisme de la croissance fournissent des résultats concordants : les types de plantules, de bulbes, de répartition des poids des écailles, ne sont pas au hasard

l'apanage de n'importe quelles espèces ; il existe entre eux tous une réelle corrélation ; il n'y a qu'un nombre limité de combinaisons de ces caractères types, et les débuts du développement engagent toute la suite. Ainsi les plantules de Scillées à cotylédon longuement engainant donnent naissance à des bulbes produisant chaque année des gaines minces et fugaces antérieures aux feuilles.

Les types de développement de l'appareil végétatif considérés sous tous leurs aspects définissent des sections dans la tribu des Scillées, que je nomme *sections biologiques* d'espèces : la section *Endymion nutans* est constituée par les plantes, qui sont à la fois du type plantule *Endymion nutans*, du même type de bulbes et du même type de diagrammes des poids ; de même il existe un groupe d'espèces réunies par leurs plantules, leurs bulbes, leur croissance, formant la section *Scilla bifolia*, un autre la section *Scilla autumnalis*, etc.

Ces sections ou coupures biologiques, dont l'existence est établie par de nombreuses coïncidences, doivent entrer en ligne pour la justification des divisions en genres et sous-genres fondées, jusqu'ici, d'après les seuls caractères de l'appareil floral. En réalité, il n'y a pas concordance, notamment dans le groupe de *Scilla* au sens large, et la répartition des espèces en genres et sous-genres doit être révisée.

C'est ainsi que la section biologique *Endymion nutans* comprend, avec les anciens *Endymion*, quelques espèces de *Scilla*. Les caractères par lesquels ces espèces avaient été réunies aux *Scilla* véritables paraissent alors si ténus, en regard de tout ce qui les rapproche d'*Endymion*, que je propose de les réunir à ces derniers dans un genre *Endymion* révisé, profondément distinct de *Scilla*.

La même section biologique contient aussi les *Hyacinthus amethystinus* et *fastigiatus*, qui se révèlent par là n'avoir aucune affinité réelle avec les véritables *Hyacinthus*. Je propose de les réunir en un genre distinct *Brimeura*, assez proche des *Endymion* et très éloigné des *Hyacinthus*.

Au contraire, dans la section biologique *Scilla bifolia*, les genres *Chionodoxa* et *Puschkinia*, jusqu'ici réunis avec les

Hyacinthées, sont à rapprocher très près des *Eusilla* proprement dites.

J'ai montré d'ailleurs qu'une revision analogue, fondée sur l'existence de types de développement de l'appareil végétatif, s'impose aussi pour les anciens groupes *Ornithogalum* et *Hyacinthus-Muscari*.

La valeur de ces rectifications apportées à la classification adoptée précédemment par J.-G. Baker et par M. Krause (*in* Engler) est confirmée par les données de la répartition géographique actuelle des espèces : chaque groupe révisé correspond à un domaine plus restreint et mieux défini.

En résumé, l'analyse détaillée de l'appareil végétatif chez les plantes bulbeuses, envisagée à travers tout le développement, révèle l'existence de certaines corrélations entre les phases successives de la croissance, depuis l'apparition de la plantule jusqu'à l'agencement du cycle des feuilles du bulbe adulte. Et elle fournit à la classification, au moins parmi les Scillées, une base très solide pour la délimitation des genres et des sous-genres ; elle fait apparaître les affinités profondes qui correspondent aux parentés les plus probables.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

N. B. — Cet index contient seulement les ouvrages cités dans le texte et les principaux mémoires, flores et catalogues parmi ceux qui m'ont fourni des indications utiles à mon travail.

1888. ANDERSSON (M^{lle} S.). — Ueber die Entwicklung der primären Gefässbündelstränge der Monokotylen (*Bihang till k. Sv. Vet-Akad. Handl.*, Bd. XIII, Afd. III, n° 12. Extr. dans *Bot. Centralblatt*, Bd. XXXVIII, p. 586).
1918. ARBER (AGNÈS). — The Phyllode Theory of the Monocotyledonous Leaf with special Reference to the anatomical Evidence (*Annals of Botany*, t. XXXII, p. 465.)
- 1920a. ARBER (AGNÈS). — Leaf-base phyllodes among the Liliaceæ (*The Bot. Gazette*, t. LXIX, p. 337).
- 1920b. ARBER (AGNÈS). — On the Leaf Structure of certain Liliaceæ considered in relation to the Phyllode Theory (*Ann. of Bot.*, t. XXXIV, p. 447).
1921. ARBER (AGNÈS). — On the Leaf-tips of certain Monocotyledons (*The Journal of the Linnean Soc., Bot.*, t. XLV, p. 467).
1925. ARBER (AGNÈS). — *Monocotyledons. A morphological study*, Cambridge, 258 p., 106 pl., index bibliog.
1896. ARESCHOUG (F. W. C.). — *Beiträge zur Biologie der geophilen Pflanzen*, Lund. (et *Acta Reg. Soc. Phys.*, t. VI).
- 1905-1907. ASCHERSON (P.) et GRÆBNER (P.). — *Synopsis der Mitteleuropäischen Flora*, Leipzig, vol. III, p. 224 et suiv.
1928. AUGEM (A.). — Les Glucides des Iris (Nature, genèse et transformations) (*Rev. gén. de Bot.*, t. XL, p. 456 et suiv.)
1874. BAILLON (H.). — Sur le développement et la germination des graines bulbiformes des Amaryllidées (*Bull. mens. de la Soc. Linn. de Paris*, t. I, p. 4).
1876. BAILLON (H.). — *Dictionnaire de Botanique*, Paris.
1894. BAILLON (H.). — *Histoire des plantes*, Paris, t. XII, p. 451 et suiv.
1870. BAKER (J. G.). — A revision of the Genera and Species of herbaceous capsular gamophyllous Liliaceæ (*The Journ. of the Linn. Soc., Bot.*, t. XI, p. 349, paru en 1871).
1872. BAKER (J. G.). — Revision of the Genera and species of Scilleæ and Chlorogaleæ (*The Journ. of the Linn. Soc., Bot.*, t. XIII, p. 209, paru en 1873).
1897. BARANETZKY (M. J.). — Sur le développement des points végétatifs des tiges chez les Monocotylédones (*Ann. Sc. Nat. Bot.*, s. 8, vol. III, p. 314).

1877. BARY (A. DE). — *Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne*, Leipzig.
1895. BATTANDIER et TRABUT. — *Flore de l'Algérie*, Monocotylédones, Alger-Paris, p. 63 et suiv.
1883. BENTHAM (G.) et HOOKER (J. D.). — *Genera plantarum ad exemplaria imprimis in herbariis Kewensibus servatis definita*, vol. III, pars II, Londres.
1902. BERNARD (NOEL). — Études sur la tubérisation (*Rev. gén. de Bot.*, t. XIV, p. 1, 58, 101, 139, 269).
1832. BERNHARDI. — Ueber die merkwürdigsten Verschiedenheiten des entwickelten Pflanzenembryo und ihrem Werth für Systematik (*Linnea*, Bd. VII, p. 561 (ne concerne que les Dicotylédones).
1920. BLAAUW (A. H.). — Over de Periodiciteit van *Hyacinthus orientalis* (avec résumé en anglais) (*Mededeelingen van de Landbouwhoogeschool te Wageningen*, Dl. XVIII, n° 3).
1923. BLAAUW (A. H.). — De periodieke dikte-toename van den bol der Haycinthen (avec résumé en anglais) (*Mededeelingen van de Landbouwhoogeschool te Wageningen*, Dl. XXVII).
1924. BLAAUW (A. H.). — The results of the temperature during flower formation for the whole Hyacinth (*Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam. Afd. Nat.*, First Part, Dl. XXIII, n° 4 ; 2^e gedeelte, Dl. XXVII, nos 9-10).
1927. BLAAUW (A. H.). — Over de vochtigheid van de lucht Fijdens de blømvorming van de Hyacinth (*Kon. Akad. v. Wet. Amsterdam*, Verslag XXXI, n° 1).
1925. BLAAUW (A. H.) en VERSLUYS (MEJ. M. C.). — De gevolgen van de temperatuurbehandeling in den zomer voor de Darwin-Tulp, I ste. stuk. (*Ver. konink. Akad. v. Wetensch. te Amsterdam. Afd. Nat.*, Dl. XXXIV, n° 17).
1921. BLACKMAN (F. F.). — The biochemistry of carbohydrate Production in the higher Plants from the Point of View of Systematic Relationship (*The New Phytologist*, t. XX, p. 2).
1884. BOISSIER (EDM.). — *Flora orientalis*, vol. V, Lyon.
1930. BRIQUET (JOHN). — *Recueil synoptique des Documents destinés à servir de base aux débats de la sous-section de nomenclature du V^e congrès international de Botanique*, Cambridge, 1930, Berlin.
- 1921a. BUGNON (P.). — La théorie de la syncotylie et le cas du *Streptopus amplexifolius* D. C. La notion de phyllode appliquée à l'interprétation du cotylédon des Monocotylédones (*C. R. Ac. Sc.*, vol. CLXXIII, p. 660).
- 1921b. BUGNON (P.). — *La feuille chez les Graminées*. Thèse de Paris, Caen.
1922. BUGNON (P.). — Sur la ramification dichotome dans les cotylédons (*C. R. Ac. Sc.*, vol. CLXXIV, p. 1194).
1923. BUGNON (P.). — L'organisation libéro-ligneuse du cotylédon des Monocotylédones expliquée grâce aux phénomènes de dichotomie cotylédonaire (*Bull. Soc. Linn. de Normandie*, s. 7, t. VI, p. 16).
1815. CANDOLLE (AUG.-PYR. DE) et DE LAMARCK. — *Flore française*, Paris, 3^e édit., vol. III, p. 206 et 211.
1827. CANDOLLE (AUG.-PYR. DE). — *Organographie végétale*, vol. II, p. 223 et suiv., Paris.
1909. CHABERT (ALFR.). — Une Scille nouvelle d'Algérie (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. LV, p. 477).

1902. CHAUVEAUD (GUST.). — Passage de la position alterne à la position superposée de l'appareil conducteur avec destruction des vaisseaux centripètes primaires primitifs dans le cotylédon de l'Oignon (*Allium Cepa*) (*Bull. Mus. Hist. Nat.*, Paris, t. VIII, p. 52).
1911. CHAUVEAUD (GUST.). — L'appareil conducteur des plantes vasculaires et les phases principales de son évolution (*Ann. Sc. Nat. Bot.*, s. 9, t. XIII, p. 113).
1919. CHAUVEAUD (GUST.). — Les Monocotylédones et les Dicotylédones possèdent le même type vasculaire (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, vol. LXVI, p. 373).
1921. CHAUVEAUD (GUST.). — *La constitution des plantes vasculaires révélée par leur ontogénie*, Paris.
1923. CHAUVEAUD (GUST.). — Dans le monde des plantes vasculaires, le type unicotylé serait en voie d'acquiescer la prépondérance (*Rev. gén. de Bot.*, vol. XXXV, p. 440).
1908. CHEVALIER (AUG.). — *Novitates floræ africanæ* (*Mém. de la Soc. Bot. de Fr.*, t. VIII, p. 94).
1894. CHEVASTELON. — *Contribution à l'étude des hydrates de carbone. Étude chimique et physiologique de ceux contenus dans l'Ail, l'Échalote et l'Oignon*. Thèse, Paris.
1923. CHIARUGI (ALB.). Osservazioni anatomiche sopra i cosiddetti stoloni (stolofilli) di *Tulipa silvestris* L. (*Nuovo Giornale Botanico Italiano*, vol. XXX, p. 172).
1924. CHIARUGI (ALB.). — L'origine dello stolofillo dalla foglia cotiledonare e l'evoluzione del sistema vascolare per accelerazione basifuga in *Tulipa silvestris* L. (*Nuov. Giorn. Bot. Ital.*, vol. XXXI, p. 177).
1926. CHOUARD (PIERRE). — Germination et formation des jeunes bulbes de quelques Liliiflores (*Endymion, Scilla, Narcissus*) (*Ann. Sc. Nat. Bot.*, s. 10, t. VIII, p. 299).
1930. CHOUARD (PIERRE). — Répartition géographique des Scilles et des Jacinthes ; concordance avec une nouvelle classification des genres et des sous-genres (*Comptes rend. séances. Soc. Biogéog.*, 7^e ann., n^o 58, 17 oct. 1930).
1904. CHRYSLER (MINTIN ASBURY). — The development of the central Cylinder of *Liliaceæ* and *Araceæ* (*The Bot. Gazette*, t. XXXVIII, p. 161).
1919. CHURCH (MARGARET B.). — The Development and structure of the Bulb in *Cooperia Drummondii* (*Bull. of Torrey Botanical Club*, vol. XLVI p. 337).
1850. CLOS (D.). — Du collet dans les Plantes et de la nature de quelques tubercules (*Ann. Sc. Nat., Bot.*, s. 3, t. XIII, p. 5).
1923. COLIN (H.) et BELVAL. — Sur les prétendues dextrines des Monocotylédones (*C. R. Ac. Sc.*, vol. CLXXVI, p. 1493).
1906. COSTE (HIPPE). — *Flore descriptive et illustrée de la France*, vol. III, p. 318-323, Paris.
1914. COULTER (J. M.) and LAND (W. J. G.). — The Origin of Monocotyledony (*The Bot. Gazette*, t. LVII, p. 509).
1930. CUGNAC (ANT. DE). — Recherches sur les Glucides des Graminées (Thèse, Paris ; et *Ann. Sc. Nat. Bot.*, s. 10, t. XIII, p. 1).
1926. DARLINGTON (C. D.). — Chromosome studies in the *Scilleæ* (*Journal of genetics*, t. XVI, p. 237).

1922. DAUPHINÉ (A.). — Sur la valeur des formations libéro-ligneuses supplémentaires de certaines Monocotylédones (*Ann. Sc. Nat., Bot.*, s. 9, t. XX, p. 309).
1803. DESFONTAINES (RENÉ). — Mémoires sur l'organisation des Monocotylédones (*Mém. de l'Inst. Nat. des Sc. et Arts. Sc. Math. et Phys.*, t. I).
1890. DEVAUX (H.). — Enracinement des bulbes et géotropisme (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. XXXVII, p. 155).
1909. DOP (P.) et GAUTHIÉ (A.). — *Manuel de technique Botanique*, Paris.
1872. DUCHARTRE (P.). — Observations sur les Bulbes de Lis, 1^{er} mémoire (*Ann. Sc. Nat., Bot.*, s. 5, vol. XVI, p. 326).
1875. DUCHARTRE (P.). — 2^e mémoire, *id.* (*Ann. Sc. Nat., Bot.*, s. 6, vol. II, p. 5).
1882. DUCHARTRE (P.). — Note sur des caïeux pédiculés de *Tulipa gesneriana* L. (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. XXIX, p. 153).
1827. DUMORTIER (BARTH.-CH.). — *Florula Belgica, operis majoris Prodrumus*, Tornaci.
1895. DURAND (TH.) et SCHINZ (HANS). — *Conspectus Floræ Africæ*, vol. V, Bruxelles-Berlin-Paris.
1876. DUTAILLY. — Article *Bulbe*, in BAILLON, Dict. de Bot.
1834. DUVERNOY (C.). — *Untersuchungen über Keimung, Bau und Wachstum der Monokotyledonen*, Stuttgart.
1836. ENDLICHER (STEPH.). — *Genera plantarum secundum ordines naturales disposita*, Vindobonæ.
1841. ENDLICHER (STEPH.). — *Enchiridion Botanicum exhibens classes et ordines, plantarum accedit nomenclator generum et officinalium vel usualium indicatio*, Lipsiæ-Viennæ.
1888. ENGLER (A.) et PRANTL (K.). — *Die natürlichen Pflanzenfamilien*, 1^{re} édit., vol. II, 5, p. 10 et suiv. : *Liliaceæ*, par A. ENGLER, Leipzig.
1930. ENGLER (A.). — *Die natürlichen Pflanzenfamilien*, 2^e édit., Bd. XV, Leipzig.
1856. FABRE (J.-H.). — Sur la germination du *Colchicum autumnale* (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. III, p. 333).
1876. FALKENBERG (P.). — *Vergleichende Untersuchungen über den Bau der Vegetationsorgane der Monokotyledonen*, Stuttgart.
1874. FLEISCHER (E.). — Beiträge zur Embryologie der Monokotylen und Dikotylen (*Flora*, vol. LVII, p. 369 et suiv.).
1920. GATIN (VALENTINE C.). — Recherches anatomiques sur le pédoncule et la fleur des Liliacées (*Rev. gén. de Bot.*, vol. XXXII, p. 369, 460, 561).
1841. GAUDICHAUD (CH.). — *Recherches générales sur l'Organographie, la Physiologie et l'Organogénie des Végétaux*, Paris.
1881. GÉRARD (R.). — Recherches sur le passage de la racine à la tige (*Ann. Sc. Nat., Bot.*, s. 6, t. XI, p. 279).
1855. GERMAIN DE SAINT-PIERRE (E.). — Feuilles gemmipares chez l'*Allium magicum* et chez les *A. sphærocephalum* et *multiflorum* (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. II, p. 183).
1869. GERMAIN DE SAINT-PIERRE (E.). — Classification morphologique des tiges souterraines (rhizomes) et des racines (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, vol. XVI, p. 335).
1870. GERMAIN DE SAINT-PIERRE (E.). — *Nouveau Dictionnaire de botanique*, article : *Bulbe*, p. 165 et suiv., Paris.

1872. GERMAIN DE SAINT-PIERRE (E.). — Nouveaux documents sur la nature des organes souterrains des végétaux : Rhizomes et racines (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, vol. XIX, p. 10).
1863. GILLET et MAGNE. — *Nouvelle Flore française*, 1^{re} édit., Paris.
1882. GÖBEL (K.). — *Grundzüge der Systematik und speciellen Pflanzenmorphologie*, Leipzig.
1898. GÖBEL (K.). — *Organographie der Pflanzen*, 1^{re} édit., 1 et 2 th., Iéna.
1928. GÖBEL (K.). — *Id.*, 3^e édit., Iéna.
1899. GRAVIS (A.). — Recherches anatomiques et physiologiques sur le *Tradescantia virginica* L. (*Mém. de l'Ac. roy. des Sc. Lettres et Beaux-Arts de Belg.*, t. LVII).
1926. GRAVIS (A.). — Contribution à l'étude anatomique du raccourcissement des racines (*Bull. Ac. Roy. Belg.*, t. XII, p. 48).
- 1855-56. GRENIER et GODRON. — *Flore de France*, vol. III, p. 187 et suiv., Paris-Besançon.
1864. GRIS (ARTH.). — Recherches anatomiques et physiologiques sur la germination (*Ann. Sc. Nat., Bot.*, s. 5, t. II, p. 5).
1878. GUILLAUD (A.). — Recherches sur l'anatomie comparée et le développement des tissus de la tige dans les Monocotylédones (*Ann. Sc. Nat., Bot.*, s. 6, t. V, p. 5).
1842. GUSSONE (JOANN.). — *Floræ Siculiæ Synopsis*, p. 400-412, Naples.
1870. HANSTEIN (J.). — Die Entwicklung des Keimes der Monokotylen und Dikotylen (*Bot. Abhandl. aus dem Geb. der Morph. und Phys.*, Bd. I, p. 1).
1874. HEGELMAIER (F.). — Zur Entwicklungsgeschichte monocotyledonen Keime nebst Bemerkungen über die Bildung der Samendeckel (*Bot. Zeitung*, Bd. XXXII, p. 631 et suiv.).
- En publication : HEGI (GUSTAV). — *Illustrierte Flora von Mittel-Europa*, 17 et 20 Lieferung, nos 618 et suiv., Munich.
1928. VAN HEIJNINGEN (W.), BLAAUW (A. H.), en HARTSEMA (ANNIE-M.). — Gevolgen van Röntgenbestralingen bij Tulpenbollen (avec résumé en anglais) (*Werhand. d. Konink. Akad. v. Wetensch. te Amsterdam, Afd. Nat.*, Dl. XXVI, n° 1).
1892. HENSLOW (G.). — A Theoretical Origin of Endogens from Exogens through Self-adaptation to an aquatic habit (*Linn. Soc. Journ.*, vol. XXIX, p. 485).
1911. HENSLOW (G.). — The origin of Monocotyledons from Dicotyledons, through self-adaptation to a moist or aquatic habit (*Annals of Bot.*, vol. XXV, 2, p. 717).
1906. HILL (ARTH.-W.). — The morphology and seedling structure of the geophilous species of *Peperomia*, together with some views on the origin of Monocotyledons (*Ann. of Bot.*, vol. XX, p. 395).
1895. HOOKER (J. D.) et JACKSON (B. DAYDON). — *Index Kewensis plantarum phanerogamarum*, Oxonii. Suppléments I à VII (pour 1886 à 1925), par TH. DURAND et B. JACKSON, W. T. THIESLTON-DYER, D. PRAIN, A. W. HILL, Bruxelles, 1901, et Oxonii, 1904-1929.
1850. IRMISCH (THILO). — *Zur Morphologie der monokotylyschen Knollen- und Zwiebelgewächse*, Berlin.
1853. IRMISCH (THILO). — Notes on the development of bulbs and tubers (abridg-

- ed from the german original) (*The Journal of the Horticultural Soc. of London*, vol. VIII, p. 91).
- 1863a. IRMISCH (THILO). — Einige Bemerkungen über *Scilla autumnalis* und *S. bifolia* (*Zeitschr. gesamt. Naturwiss.*, Berlin, Bd. XXI, p. 433).
- 1863b. IRMISCH (THILO). — Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Pflanzen (*Bot. Zeit.*, t. XXI, p. 137, 161, 169, 171).
- 1866-1868. JORDAN (ALEXIS) et FOURREAU (J.). — *Icones ad Floram Europææ novo fundamento instaurandam spectantes*, t. I, p. 58, et t. III, p. 14, Paris.
1839. JUSSIEU (AD. DEJ.). — Mémoire sur les embryons monocotylédones (*Ann. Sc. Nat., Bot.*, s. 2, t. XI, p. 341).
1847. KARSTEN (HERM.). — Die Vegetationsorgane der Palmen (*Abhandl. der Kön. Akad. der Wiss. zu Berlin*, vol. XXXV, p. 75).
1884. KLEBS (GEORG). — Beiträge zur Morphologie und Biologie der Keimung (*Untersuchungen aus dem Bot. Inst. zu Tübingen*, Bd. I, p. 536).
1849. KOCH (KARL). — Beiträge zu einer Flora des Orientes: § Einige worte über Lilienpflanzen und Zwiebelbildung (*Linnea*, vol. XXII, p. 213).
1930. KRAUSE (K.). — Liliaceæ, in A. ENGLER, *Die natürlichen Pflanzenfamilien*, 2^e édit., Bd. XV a, p. 227 et suiv., Leipzig.
1915. KRUCH (O.). — Foglie bulbifere e germogli fillogeni di *Allium nigrum* L. (*Annali di Botanica*, vol. XII, p. 77).
1843. KUNTH (CAROLUS SIGISM.). — *Enumeratio plantarum omnium hucusque cognitarum secundum familias naturales disposita adjectis characteribus, differentiis et synonymis*, vol. IV, p. 281 et suiv., Stuttgart et Tübingue.
1898. LECLERC DU SABLON. — Les réserves des bulbes et des tubercules (*Rev. gén. de Bot.*, vol. X, p. 353, 385, 447, 519).
1848. LESTIBOUDOIS. — Phyllotaxie anatomique, ou recherches sur les causes organiques des diverses dispositions des feuilles (*Ann. Sc. Nat. Bot.*, s. 3, t. X, p. 136).
1923. LINDINGER (L.). — Beiträge zur Kenntnis der Monokotylen (*Ber. deutsch. Bot. Gesellesch.*, Bd. XLI, p. 39).
1735. LINNÉ (C.). — *Systema vegetabilium secundum classes, ordines, genera species, cum characteribus et differentiis*, 1^{re} édit., Lugduni Batavorum.
1753. LINNÉ (C.). — *Species plantarum exhibentes plantas rite cognitatas ad genera relatas cum differentiis specificis nominibus trivialibus synonymis selectis locis natalibus secundum systema sexuale digestas*, édit. 1, Holmiæ.
1754. LINNÉ (C.). — *Genera plantarum eorumque characteres naturales secundum numerum, figuram, situm et proportionem*, éd. 5., Holmiæ.
1824. LINK (HEINR.-FRIEDR.). — *Elementa Philosophiæ Botaniciæ (Grundlehrender Kräuterkunde)*, p. 306 et 344 et suiv., Berlin.
1875. LORET. — Sur les bulbes pédicellés du *Tulipa silvestris* (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, vol. XXII, p. 186).
1892. LUBBOCK (JOHN). — *A contribution to our knowledge of seedlings*, vol. II (p. 577 et 613, et avec bibliographie), Londres.
1922. LUYTEN (MEJ. IDA), JOUSTRA (MEJ. C.), en BLAAUW (A. H.). — De Gevolgen van de Temperatuurbehandeling voor de Darwin-Tulp., 2^e Stuk. (*Verslag. v. d. Koninkl. Akad. v. Wetensch. Amsterdam. Afd. Nat.*, Dl. XXXIV, n^o 18).
1927. LUYTEN (IDA). — Over den Gunstigen invloed van 35° C. op de celvor-

- ming bij loofbladen van *Hyacinthus orientalis* (Kon. Akad. v. Wetensch. Amsterdam, Versl. XXXV, n° 10).
1921. MAGROU (Jos.). — Symbiose et tubérisation (*Ann. Sc. Nat., Bot.*, s. 10, t. III, p. 181).
1882. MANGIN (L.). — Origine et insertion des racines adventives et modifications corrélatives de la tige chez les Monocotylédones (*Ann. Sc. Nat., Bot.*, s. 6, t. XIV, p. 216).
1902. MASSART (J.). — Comment les plantes vivaces maintiennent leur niveau souterrain (*Bull. Soc. Roy. Bot. de Belg.*, t. XLI, 2^e part., p. 67).
1836. MENECHINI (GIUS.). — *Ricerche sulle struttura del caule nelle piante Monocotiledoni*, Padoue.
1925. MESSERI (E.). — Ricerche sullo sviluppo del sistema vascolare in alcune Monocotiledoni (*Nuov. Giorn. Bot. Ital.*, vol. XXXII, p. 317).
1885. MEYER (A.). — Ueber die Assimilationsproducte der Laubblätter angiosperm Pflanzen (*Bot. Zeit.*, t. XLIII, p. 416).
- 1809a. MIRBEL (C. F. DE). — Nouvelles recherches sur les caractères anatomiques et physiologiques qui distinguent les plantes monocotylédones des plantes dicotylédones (*Ann. du Mus. d'Hist. Nat.*, t. XIII, p. 54).
- 1809b. MIRBEL (C. F. DE). — Observations sur la germination de l'Oignon et de l'Asperge (*Ann. du Mus. d'Hist. Nat.*, t. XIII, p. 156).
1843. MIRBEL (C.-F. DE). — Recherches anatomiques et physiologiques sur quelques végétaux monocotylés (*Ann. Sc. Nat., Bot.*, s. 2, t. XX, p. 5).
1831. MOHL (HUGO). — *De Palmarum structura*. Monachii (Ex MARTII opere : *Genera et Species Palmarum* inscripto).
1835. MOHL (HUGO). — Einige Bemerkungen über das Wachstum des Stammes der Monocotyledonen (*Flora*, t. XVIII, Bd. I, p. 113 et 129).
1921. MOL (W. E. DE). — *De l'existence de variétés hétéropléides de l'«Hyacinthus orientalis» dans les cultures hollandaises* (Dissert. Zurich).
1928. MOL (W. E. DE). — Nucleolar number and size in diploid, triploid and aneuploid Hyacinths (*La Cellule*, 38, p. 5).
1928. MULDER (R.) en LUYTEN (IDA). — De periodieke ontwikkeling van de Darwin-Tulp (avec résumé en anglais) (*Verhandel. der Koninkl. Akad. van Wetenschappen te Amsterdam, Aft. Nat.*, Dl. XXVI, n° 3).
1843. MUNTER (F.). — Beobachtungen über das Wachstum verschiedener Pflanzentheile (*Bot. Zeitung*, t. I, p. 69, 85, 121 ; cf. p. 89).
1858. NÆGELI. — Das Wachstum des Stammes und der Wurzel bei den Gefässpflanzen und die Anordnung der Gefäßstränge im Stengel (*Beit. z. Wiss. Bot.*, Heft I, p. 34).
1911. ONSLOW. — Voir WHELDAL (M.).
1854. PARLATORE (FILIP.). — *Nuovi generi e nuove specie di piante Monocotiledoni*, Firenze.
1898. PARKIN (JOHN). — On some points in the Histology of Monocotyledons (*Ann. of Bot.*, vol. XII, p. 147).
1900. PARKIN (JOHN). — On the reserve-carbohydrate of the bulb of the Hyacinth (*Hyacinthus Orientalis* L.). (*Ann. of Bot.*, t. XIV, p. 155).
1808. PETIT-THOUARS (A. DU). — Mémoire sur la germination de quelques plantes Monocotylédones (*Nouv. Bull. des Sc. par la Soc. philom. Paris*, t. I, 15, p. 249).

1912. PFEFFER (W.). — *Physiologie végétale*, Trad. J. FRIEDEL, t. II, fasc. 1, p. 15, Paris.
1916. PIPER (C. V.). — Notes on *Quamasia* with a description of a new species (*Proceed. of the Biol. Soc. of Washington*, t. XXIX, p. 77).
1904. PIROTTA (R.). — Ricerche ed osservazioni intorno alla origine ed alla differenziazione degli elementi vascolari primari nella radice delle Monocotiledoni (*Annali di Bot.*, t. I).
1789. POIRET (ABBÉ). — *Voyage en Barbarie, ou Lettres écrites de l'ancienne Numidie pendant les années 1785 et 1786*, vol. II, p. 148 et suiv., Paris.
1899. QUÉVA (C.). — Contributions à l'anatomie des Monocotylédones (*Trav. et mém. de l'Univ. de Lille*, t. VII, n° 22, p. 147).
1907. QUÉVA (C.). — Contribution à l'anatomie des Monocotylédones, II. Les Uvulariées rhizomateuses (*Beih. z. Bot. Centrabl.*, Bd. XXII, Abt. 2, p. 30).
1836. RAFINESQUE. — *Flora Telluriana*, t. II, p. 13, 22, 25, etc., Philadelphie.
- 1895-1899. — RAUNKIAER (CHRISTIAN). — *De Danske Blomsterplanters Naturhistorie*, Bd. I, Copenhague.
1907. RAUNKIAER (CHRISTIAN). — *Planterigets livsformer og deres betydning for geographien*, Copenhague et Christiania.
- 1802-1816. REDOUTÉ (P.-J.). — *Les Liliacées*, vol. VIII, Paris.
1913. REICHERT (E. T.). — The Differentiation and Specificity of Starches in relation to genera, species, etc.; 2 parts (*Carnegie Instit. of Washington Publications*, n° 173).
1919. REICHERT (E. T.). — A biochemic basis for the study of problems of Taxonomy, Heredity, Evolution, etc., with special reference to the Starches and Hæmoglobins of varieties, species and genera; 2 parts (*Carnegie Inst. of Washington Publications*, n° 270).
1811. RICHARD (C. L.). — Analyse botanique des Embryons endorhizes ou monocotylédones et particulièrement de celui des Graminées (*Ann. Mus. Hist. Nat.*, t. XVII, p. 223 et 442).
1895. RIMBACH (A.). — Zur Biologie der Pflanzen mit unterirdischem Spross. (*Ber. d. deutsch. Bot. Gesell.*, t. XIII, p. 141).
1897. RIMBACH (A.). — Ueber die Lebensweise der geophilen Pflanzen (*Ber. d. deutsch. Bot. Gesellsch.*, t. XV, p. 92).
1898. RIMBACH (A.). — Die Kontraktilen Wurzeln und ihre Thätigkeit (*Fünfstück's Beitr. z. Wiss. Bot.*, t. II, p. 1).
1900. RIMBACH (A.). — Physiological observations on some perennial herbs (*Bot. Gazette*, t. XXX, p. 174).
1902. RIMBACH (A.). — Physiological observations on the subterranean organs of some Californian Liliacæ (*Bot. Gazette*, t. XXXIII, p. 401).
1906. ROBERTSON (ARBER), AGNES. — The « Droppers » of *Tulipa* and *Erythronium* (*Annals of Bot.*, vol. XX, p. 429).
1910. ROUY (G.). — *Flore de France*, t. XII, Paris.
- 1870a. ROYER (CH.). — Considérations sur les parties souterraines des plantes (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. XVII, p. 147).
- 1870b. ROYER (CH.). — Lettre à M. Germain de Saint-Pierre sur la classification des racines et des rhizomes et sur d'autres questions de morphologie végétale (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. XVII, p. 250).
1872. ROYER (CH.). — Quelques remarques sur le système souterrain des Lis (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. XIX, p. 157).

1881. ROYER (CH.). — *Flore de la Côte-d'Or, avec détermination par les parties souterraines*, Introd. et p. 466 et suiv., Paris.
1862. SACHS (J.). — Zur Keimungsgeschichte der Dattel (*Bot. Zeitung*, t. XX, p. 241).
1877. SACHS (J.). — *Ueber die Anordnung der Zellen in jüngsten Pflanzentheilen*, Würzburg.
1840. SAINT-HILAIRE (AUG. DE). — *Leçons de Botanique, comprenant principalement la Morphologie végétale*, p. 113 et suiv. Paris.
1866. SALISBURY (RICH. ANTH.). — *The genera of plants. A fragment containing part of Liriogamæ* (publication posthume par J. EDW. GRAY, Londres).
1863. SANIO. — Vergleichende Untersuchungen über die Zusammensetzung des Holzkörpers (*Bot. Zeitung*, t. XXI, p. 357 et suiv.).
1900. SARGANT (ETHEL). — A new type of Transition from Stem to Root in the Vascular System of Seedlings (*Ann. of Bot.*, t. XIV, p. 633).
1903. SARGANT (ETHEL). — A theory of the origin of Monocotyledons founded on the structure of their Seedlings (*Annals of Bot.*, t. XVII, p. 1).
1904. SARGANT (ETHEL). — The Evolution of Monocotyledons (*The Bot. Gazette*, t. XXXVII, p. 325).
1922. SAUNDERS (EDITH R.). — The Leaf-skin theory of the stem : a consideration of certain Anatomico-physiological relations in the Spermatophyte Shoot (*Ann. of Bot.*, t. XXXVI, p. 135).
1852. SCHACHT (H.). — *Die Pflanzenzelle*, Berlin.
1861. SCHLEIDEN. — *Grundzüge der wissenschaftliche Botanik* (3^e éd.).
1896. SCHLICKUM (A.). — Morphologischer und anatomischer Vergleich der Kotyledonen und ersten Laubblätter der Keimpflanzen der Monokotylen (*Bibliotheca Botanica*, XXXV, p. 1-88).
1903. SCHOUTE (J. C.). — Die Stammesbildung der Monokotylen (*Flora*, t. XCII, p. 32).
1866. SCHUR (PHIL. JOHANN. FESDIN). — *Enumeratio plantarum Transsilvaniæ*, p. 676 et suiv., Vindobonæ.
1874. SCHWENDENER (S.). — *Das mechanische Princip in Anatomischen Bau der Monokotylen*, Leipzig.
1889. SEIGNETTE. — Recherches sur les Tubercules (*Rev. gén. de Bot.*, t. I, p. 445, 471, 509, 558, 611).
1878. SOLMS-LAUBACH (H. GRAF ZU). — Ueber monocotyle Embryonen mit scheitelbürtigem Vegetationspunkt (*Bot. Zeitung*, t. XXXVI, p. 64 et 80).
1926. SOUÈGES (R.). — Embryogénie des Liliacées. Développement de l'embryon chez le *Muscari comosum* (*C. R. Ac. Sc. Paris*, t. CLXXXIII, p. 233).
1878. STEBLER (F. G.). — Untersuchungen über das Blattwaschsthum (*Jahrbuch. für Wissensch. Bot.*, t. XI, p. 47).
1834. STEINHEIL (AD.). — Matériaux pour servir à la flore de Barbarie. III. Note sur le genre *Urginea* nouvellement formé dans la famille des Liliacées (*Ann. Sc. Nat. Bot.*, s. 2, t. I, p. 321).
1836. STEINHEIL (AD.). — Quelques observations relatives aux genres *Scilla* et *Urginea*. Deux genres à établir dans la famille des Liliacées, et description d'une espèce nouvelle (*Ann. Sc. Nat. Bot.*, s. 2, t. VI, p. 272).
1819. TITTMANN (D. J. A.). — Botanisch-Karpologische Bemerkungen (*Flora*, 2, Bd. II, p. 651-666, 671).

1846. TRÉCUL (AUGUSTE). — Recherches sur l'origine des racines (*Ann. Sc. Nat. Bot.*, s. 3, t. VI, p. 303).
1823. TRISTAN (DE). — Histoire des développements de quelques gemmes bulbifères et principalement de celles des Colchiques (*Mém. Muséum*, vol. X, p. 36).
1891. TSCHIRCH (A.). — Physiologische Studien ueber die Samen, insbesondere die Saugorgane derselben (*Ann. Jard. Bot. Buitenzorg*, t. IX, p. 143).
1866. VAN TIEGHEM (PH.). — Recherches sur la structure des Aroïdées (*Ann. Sc. Nat., Bot.*, s. 5, t. VI, p. 72).
1871. VAN TIEGHEM (PH.). — Recherches sur la Symétrie de structure des Plantes vasculaires (*Ann. Sc. Nat., Bot.*, s. 5, t. XIII, p. 128).
1925. VERSLUYS (MARTHA C.). — The mode of growing of foliage-leaves, sheath-leaves and bulb-disc in *Hyacinthus orientalis* (*Rec. Trav. Bot. néerland.*, vol. XXII, p. 1).
1927. VERSLUYS (MARTHA C.). — Aanleg en Groei der Wortels van *Hyacinthus orientalis* gedurende het geheele jaar en onder verschillende omstandigheden (avec résumé en anglais) (*Verhandel. der Konink. Akad. van Wetensch. te Amsterdam, Afd. Nat.*, Dl. XXV, n° 4).
1906. VIGIER (A.). — Formation de bulbilles sur le Lis blanc (*Revue horticole*, vol. LXXVIII, p. 406).
1879. VRIES (H. DE). — Ueber Verkürzung pflanzenlicher Zellen durch Aufnahme von Wasser (*Bot. Zeit.*, t. XXXVII, p. 648).
1927. WATERSCHOOT (H. F.). — Gevolgen van de temperatuur gedurende de bloemvorming voor vroege Hyacinthen (l'Innocence de la Victoire) (*Verst. v. d. Koninkl. Akad. v. Wetensch. Amsterdam, Afd. Nat.*, Dl. XXXVI, n° 26).
1911. WHELDAL (MURIEL). — The chemical diffenciation of species (*The bio-chemical Journal*, Liverpool, t. V, p. 445).
1870. WILLKOMM (MAURIT.) et LANGE (JOANN.). — *Prodomus Floræ Hispanicæ*, vol. I, p. 204 et suiv., Stuttgart.
1904. WOODHEAD (T. W.). — Notes on the Bluebell (*The Naturalist*, n° 565, p. 41, et n° 566, p. 81).
1914. KIRCHNER, LOEW, SCHRÖTER, WANGERIN. — *Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropa*; Lieferungen 19 et 21, pp. 559-614 (t. I, III^e part.) : Scilleæ.

INDEX DES ESPÈCES CITÉES

ET DE LEURS PRINCIPAUX SYNONYMES

N. B. — Les noms des **GENRES** adoptés sont en caractères gras : **ENDYMION**, et les noms adoptés pour leurs **ESPÈCES** sont inscrits en retrait en petites capitales : **NUTANS**. — Les noms des sections et **SOUS-GENRES** adoptés sont en tête de ligne en capitales penchées : *HYLOMENES*. — Les genres, sous-genres et espèces tombant en *synonymie* sont en italique : *Hyacinthus Pouzolzii*, comme leur transcription : = *Brimzura fastigiata*. Certains noms employés au cours du texte, mais tombant à la fin en *synonymie*, sont précédés d'une astérisque : * *Scilla lingulata*. — Pour abrégér, les derniers chiffres des pages sont seuls portés quand il n'y a pas de confusion possible. Ex. : p. 226, 9, 32 ; lire : p. 226, 229, 232.

1° Plantes appartenant à la tribu des Scillées.

- Adenosilla* Gren. et Godr., 1855.
bifolia G. G. = *Scilla bifolia*.
Agraphis Link, 1829.
campanulata Link = *Endymion campanulatus*.
cernua Rchb. = *E. cernuus*.
nutans Rchb. = *E. nutans*.
patula Rchb. = *E. patulus*.
Albucea Rchb., 1830.
nutans Rchb. = *Ornithogalum nutans*.
Basaltogeton Salisb., 1866, p. 286.
peruvianum Salisb. = *Scilla peruviana*.
BASALTOGETON (Salisb.) Nob.
= sous-genre de *Scilla* (L.) Nob.,
p. 286, 288, 296, 7.
BELLEVALIA Lapeyrouse, 1808,
160, 273, 291-92, 293, 5, 9.
CILIATA T. Nees, p. 160, 8, 295.
DUBIA Rchb., p. 250, 92, 5.
MAURITANICA Pomel, p. 160, 8.
ROMANA Sweet ; Rchb., p. 159,
60, 8, 223, 34, 91, 2, 5.
TRIFOLIATA Kunth, p. 160, 8, 295.
comosa Kunth = *Muscari comosum*.
Bellevallia Bak., 1870 = section de
Hyacinthus L., p. 291.
Beryllis Salisb., 1866.
pyrenaica Salisb. = *Ornithogalum pyrenaicum*.
stachyoides Salisb. = *O. narbonense* ?

BERYLLIS (Salisb.) Bak., 1872 =
sous-genre d'*Ornithogalum* L.,
p. 289.

Botryanthus Kunth, 1843.

commutatus Kunth = *Muscari racemosum*.

neglectus Kunth = *M. neglectum*.

pallens Kunth = *M. pallens*.

vulgaris Kunth = *M. botryoides*.

BOTRYANTHUS (Kunth) Bak.,
1870 = sous-genre de *Muscari*,
Mill, p. 160, 243, 291, 292, 5.

BRIMEURA Salisb., 1866, p. 292-
93, 294, 9, 305 ; et cf. sub. nom.
Hyacinthus.

AMETHYSTINA (L.) Sal, p. 294,
6, 9.

— var. *PALLIDIFLORA* (J. et F.)
Nob., p. 294.

FASTIGIATA (Bertol.) Nob.
p. 294, 9.

Calosilla Jord. et Fourreau, 1868.
p. 286.

pl. sp. J. et F. = *S. peruviana*,

CAMASSIA Lindl., 1832, p. 164-
65, 202, 32, 71, 2, 7, 81, 289-
90, 292, 9.

BROWNII Hort., p. 165, 9.

ESCULENTA Lindl., p. 165, 9.

LEICHTLINII S. Wats., p. 169.

MONTANA Hort., p. 164, 5, 9.

Quamasch Greene = *C. esculenta*.

Caruelia Parl., 1854.

arabica Parl. = *Ornithogalum arabicum*.

CARUELIA (Parl.) Bak. 1872 = sous-genre d'*Ornithogalum* L., p. 289.

CHIONODOXA Boiss, 1844, p. 219, 290, 296, 7, 8, 305.

LUCILÆ Boiss, p. 219-20, 233, 239, 242, 3, 73.

Comus Salisb., 1866, p. 291.

carnosus Salisb. = *Muscari comosum*.

DIPCADI Medic., 1790.

SEROTINUM Medic., p. 161, 3, 8.

ENDYMION Dumortier, 1827, p. 238, 40, 1, 3, 8, 9, 50, 72, 7, 8, 305; extens. Nob., p. 283-84, 287, 290, 2, 3, 6, 305; et cf. sub. nom. *Scilla*.

ARISTIDIS (Coss.) Nob., p. 287, 97-8.

CAMPANULATUS Parl., p. 163, 9, 201, 32, 49, 51, 64, 69, 71, 7, 82, 7, 97, 8.

CEDRETORUM Pomel, p. 232, 87, 97, 8.

CERNUUS Dum., p. 163, 201, 9, 32, 77, 87, 98.

ITALICUS (L.) Nob., p. 287, 96, 97, 8.

KABYLICUS (Chab.) Nob., p. 287.

LINGULATUS (Poir.) Nob., p. 287, 97, 8.

NUTANS Dum., p. 138, 43, 151-58, 164, 195-201, 238, 247-48, 249, 50, 1, 264, 269, 71, 2, 276, 277, 82, 4, 7, 96, 7-8, 301, 2, 3, 4, 5.

PATULUS Dum., G. G., p. 163, 9, 201, 32, 77, 82, 7, 97, 8.

VINCENTINUS (Link. et Hoff.) Nob., p. 287, 97, 8.

amænulus Nym. = *Scilla sibirica*.

non-scriptus Garcke = *E. nutans*.

Endymion Bak., 1870 = section de *Scilla* (L.) Bak., p. 281.

**Euhyacinthus* Bak., 1870 = section de *Hyacinthus* L. Bak. (non Nob.), p. 160, 291-92, 294.

**Eusilla* Bak., 1870 = section de *Scilla* (L.) Bak., p. 164, 281, 285.

EUSCILLA Nob. (non Bak.) = sous-genre de *Scilla* (L.) Nob., p. 285, 288, 290, 6, 7, 8, 306.

GALTONIA Decaisne, 1880, p. 162.

CANDICANS Dene., p. 163 8.

PRINCEPS Dene., p. 163.

HELIOCHARMOS Bak., 1872 = sous-genre d'*Ornithogalum* L., p. 289.

HYACINTHELLA Schur, 1850, extens. Nob., p. 292-93, 295, 9.

LEUCOPHÆA Schur., p. 295.

DALMATICA (Bak.) Nob., p. 295.

Hyacinthella (Schur.) Bak., 1870 = section de *Hyacinthus* L., p. 291, 292-93.

HYACINTHUS (Tourn.; L., 1735; Kunth), p. 160, 291-93, 305, 6; emend. Nob., p. 293, 294, 6, 7, 9.

ORIENTALIS L., p. 160, 222-24, 234, 45, 51, 73, 276, 77, 91, 2, 3, 4, 303.

**amethystinus* L. = *Brimeura amethystina*, p. 163, 5, 4, 9, 203, 232, 49, 51, 65, 71, 2, 7, 8, 91, 2, 305.

botryoides L. = *Muscari botryoides*.

campanulatus Mill. = *Endymion campanulatus et nutans*.
candicans Bak. = *Galtonia candicans*.

ciliatus Cyrillo = *Bellevalia ciliata*.

comosus L. = *Muscari comosum*.

**dalmaticus* Bak. = *Hyacinthella dalmatica*, p. 160-1, 168.

dubius Guss. = *Bellevalia dubia*.

**fastigiatus* Bertol = *Brimeura fastigiata*, p. 203, 32, 249-50, 251, 93, 305.

juncifolius Lam. = *Muscari racemosum*.

**leucophæus* Stev. = *Hyacinthella leucophæa*, p. 292.

mauritanicus Th. Dur. et Schinz = *Bellevalia mauritanica*.

Muscari L. = *Muscari moschatum*.

non-scriptus L. = *Endymion nutans*.

pallens Bieb. = *Muscari pal-lens*.

**pallidiflorus*, J et F., p. 203-4.
Pouzolzii J. Gay ex Lois. = *Brimeura fastigiata*.

pratensis Lam. = *Endymion nutans*.

- racemosus* L. = *Muscari racemosum*.
romanus L. = *Bellevalia romana*.
**spicatus* Bak. = *Strangweia spicata* Bertol. p.
trifolius Tenore = *Bellevalia trifoliata*.
Hylomenes Salisb., 1866, p. 293.
campanulata Salisb. = *Endymion campanulatus*.
non-scripta Salisb. = *E. nutans*.
HYLOMENES (Salisb.) Nob. = sous-genre d'*Endymion* Nob. non Dum. p. 287.
LEDEBOURIA (Roth., 1821, *pro genere*) Bak., 1870 = section ou sous-genre de *Scilla* L., p. 281, 6, 7.
Leopoldia Parl., 1845.
comosa Parl. = *Muscari comosum*.
LEOPOLDIA (Parl.) Bak., 1870 = sous-genre de *Muscari* Mill., p. 291-92, 294.
Monocallis Salisb., 1866.
monophylla Salisb. = *Scilla monophyllos*.
Moscharia Salisb., 1866.
Muscari Salisb. = *Muscari moschatum*.
MOSCHARIA (Salisb.) Bak., 1870 = sous-genre de *Muscari* Mill., p. 291, 4.
MUSCARI Tourn. *ex* Mill., 1752, p. 159, 291-93, 294-95, 9, 306.
ARGÆI Hort., p. 168.
ARMENIACUM Leichtlin, p. 168.
BOTRYOIDES Mill., p. 159, 68, 295.
COMOSUM Mill., p. 224, 34, 8, 43, 73, 91, 4.
HEILDREICHII Boiss., p. 168.
MOSCHATUM Willd., p. 291, 4.
NEGLECTUM Guss., p. 168.
PALLENS Fisch. (1812), Link, p. 292.
PARADOXUM C. Koch, p. 168.
RACEMOSUM Mill., p. 168, 237, 8, 43, 91, 5.
SZOVITZIANUM Bak., p. 168.
ciliatum Ker-Gawl. = *Bellevalia ciliata*.
leucophæum C. Koch. = *Hyacinthella leucophæa*.
pallens Boiss. = *preced.*
Myranthe Salisb., 1866.
arabica Salisb. = *Ornithogalum arabicum*.
Myogalum Link, 1829.
nutans Link = *Ornithogalum nutans*.
MYOGALUM (Link) Bak., 1872 = sous-genre d'*Ornithogalum* L., p. 289.
Nectaroscilla Parl., 1854.
hyacinthoides Parl. = *Scilla hyacinthoides*.
Oncostemma Raf., 1836.
villosa Raf. = *Scilla villosa*.
ORNITHOGALUM (Tourn.) L., 1835, p. 289, 306.
ARABICUM L., p. 238, 43, 89.
ARCUATUM Stev., p. 160, 8.
DIVERGENS Bor., p. 206, 32, 8, 43, 74, 89.
FLAVUM Forsk., p. 167, 9.
NARBONENSE L. (non al.), p. 160, 8, 222, 33, 8, 74, 89.
NUTANS L., p. 205, 232, 8, 43, 74, 89, 302.
PATERFAMILIAS Godr., p. 238, 43, 74.
PYRENAICUM L., p. 160-61, 168, 80, 2, 7, 221-22, 233, 8, 245-47, 249, 51, 261-62, 268, 74, 276, 289, 303, 4.
SESSILIFLORUM Desf., p. 222, 33, 8, 62, 8, 74, 89.
TENUIFOLIUM Guss., p. 206, 32, 8, 43, 74, 89.
UMBELLATUM (L.) G. G., p. 205-06, 232, 8, 43, 74, 276, 289, 302-3.
lactæum Vill. (non Jacq.) = *O. narbonense*.
pyramidale L. = *preced.*
sulfureum = *O. pyrenaicum* var.
Othocallis Salisb., 1866.
amœna Salisb. = *Scilla amœna*.
sibirica Salisb. = *S. sibirica*.
PERIBŒA Kunth, 1843, p. 295.
**Peribœa* Benth. et Hook., 1883 = *preced.* pris. comme sous-genre de *Hyacinthus* (Tourn.) L., p. 291, 3, 5.
Petranthe Salisb., 1866, p. 285.
verna Salisb. = *S. verna*.
PETRANTHIE (Salisb.) Nob. =

- sous-genre provisoire de *Scilla* (L.) Nob., p. **285, 288**, 298.
Prospero Salisb., 1866, p. 284.
autumnale Salisb. = *Scilla autumnalis*.
hyacinthoides Salisb. = *S. hyacinthoides*.
lingulatum Salisb. = *Endymion lingulatus*.
obtusifolium Salisb. = *S. obtusifolia*.
parviflorum Salisb. = *S. numidica*.
PROSPERO (Salisb.) Nob. = sous-genre de *Scilla* (L.) Nob., p. **284-85, 288**.
PUSCHKINIA Adams, 1805, p. **290**, 296, 7-8, 305.
scilloides Adams, p. 160, 8, 220, 73.
Quamasia Raf., 1818. = *Camassia*.
Quamassia Raf. 1836. = *preced.*
Rinopodium Salisb., 1866.
bifolium Salisb. = *Scilla bifolia*.
SCILLA L., Bak. (1870), p. **280-83**, 287, 305; emend. Nob., p. **284-86**, **287**, 305.
amœna L., p. **218-19**, 233, 42, 3, 51, **258**, 268, 73, 85, 8, 97.
autumnalis L., p. **161-62**, 168, 80, 2, **208-12**, 233, 43, **260-61**, 266, 8, 72-3, **275**, 279, 85, 8, 301, 3, 4, 5.
Berthelothii Webb. et Berth., p. 226, 34, 88.
bifolia L. (non al.), p. 143, **144-50**, 159, 68, 84, 207, **214-17**, 233, 8, 40, 2, 3, 7, 9, 50, 1, **253-57**, 266, 7, 8, 273, **275**, 9, 85, 8, 90, 6, 7, 8, 301, 2, 3, 4, 5.
ciliata Bak., p. 159, 68.
cilicica Siehe, 1908, p. 218, 33, 42, 3, 73, 7, 85, 8, 97.
Cupani Guss., p. 230, 4, 88.
hæmorrhoidalis Webb. et Berth., p. 226, 34, 88.
Hanburii Bak., p. 233, 88.
Hohenackeri Fisch. et Mey., p. 287.
Holzmannia Heldr., p. 213, 33, 88.
hyacinthoides L. (non al.), p. 260, 8, 84.
Lilio-Hyacinthus L., p. **165**, 169, 80, **227-29**, 234, 8, 42, **263-64**, 269, 73, 85, 8, 99, 301, 3.
Lusitanica L., p. 227, 34, 88, 99.
Messeniaci Boiss., p. 219, 33, 88, 97.
Monophyllos Link, p. 227, 34, 88, 99.
Numidica Poir., p. 213-14, 33.
obtusifolia Poir., p. 161, 8, 86, **213**, 33, 43, 61, 8, 72, 9, 84, 8, *odorata* Link, p. 227, 34, 88, 99.
Peruviana L., p. 193, **229-31**, 234, 8, 9, 41, 2, 3, 7, 9, 50, 1, **259-60**, 266, 7, 8, 74, **276**, 286, 8, 303, 4.
Pratensis Waldst. et Kit. (non al.), p. **165**, 169, 92-3, **224-26**, 234, 8, 42, **262-63**, 268, 73, 85, 8, 99.
Puschkiniioides Regel, p. 219, 33, 88, 97.
Sibirica Andr., p. 159, 68, 83, **217-18**, 233, 42, 3, 51, **258**, 268, 73, 7, 85, 8, 96, 8, 7.
Verna Huds. (non al.), p. **165**, 169, **226-27**, 234, 8, 9, 42, 9, **262-63**, 268, 73, 9, 85, 8, 90, 9.
Villosa Desf., p. 230, 4, 88.
alvesiana Welw. = sous-espèce d'*Endymion vincentinus*.
amethystina Salisb. = *Briemeura amethystina*.
amethystina Vis. = *Scilla pratensis*.
amœnula Hornem. Hort. Hafn. = *S. sibirica*.
**Aristidis* Coss. = *Endymion Aristidis*, p. 202, 32, 82, 3.
byzantina Hort. = *Scilla italica*.
campanulata Ait. = *Endymion campanulatus*.
cernua Delar. in Redouté = *Scilla sibirica*.
cernua Jank. = *S. bifolia*.
cernua Salisb. = *Endymion cernuus*.
ciliolata Pomel = voisin de *E. lingulatus*.
comosa Salisb. = *Muscari comosum*.

esculenta Ker. -Gawl. = *Camassia esculenta*.
festalis Salisb. = *Endymion nutans*.
hæmispherica Boiss. = *Scilla peruviana*.
hispanica Mill. = *Endymion campanulatus* + *E. patulus*.
intermedia Guss. = sous-espèce de *Scilla obtusifolia*.
italica D. C. = *Scilla hyacinthoides*.
italica* L. = *Endymion italicus*, p. 164, 9, 80, **201-02, 232, **241-42**, 243, 8, 9, 50, 1, 64, 9, 71, **280**, 282, 3.
**kabylica* Chab. = *E. kabylicus*, p. 232, 83.
**lingulata* Poir. = *E. lingulatus*, p. 164, 69, 202, 32, 43, 51, 64, 9, 71, 82, 3, 4.
maritima L. = *Urginea maritima*.
mauritanica Schousb. = *Endymion vinctinus*.
non-scripta Hoffmannsegg. = *Endymion nutans*.
nutans Sm. = *preced.*
parviflora Desf. = *Scilla numidica*.
patula D. C. = *Endymion patulus*.
umbellata Ram. = *Scilla verna* Huds., p. 226.
**vincentina* Link et Hoff. = *Endymion vinctinus*, p. 202, 32, 82, 3.
Skilla Raf., 1836. = *Scilla* L.
Somera Salisb., 1866, p. 287.
italica Salisb. = *Endymion italicus*.
SOMERA (Salisb.) Nob. = sous-genre d'*Endymion* Nob. (non Dum.), p. 287.
Stellaris Dill. ex Mœnch., 1894. = *Scilla* L.

STRANGWEIA Bertol., 1835, p. 295, *SPICATA* Bert., p. 295.
Strangweia Bak. 1870 = *preced.* pris comme sous-genre de *Hyacinthus* L., p. 291, 5.
URGINEA Steinh., 1834, p. 190, 280, 1.
Uropetalon Ker-Gawl., 1816.
serotinum Ker-Gawl. (non Webb.) = *Dipcadi serotinum*.
Uropetalum Bak. 1870 = section de *Dipcadi*.
Usteria Medic., 1790.
disperma Medic. = *Endymion campanulatus*.
hyacinthiflora Medic. = *E. nutans*.
secunda Medic. = *preced.*

2° Plantes n'appartenant pas à la tribu des Scillées.

ALLIUM L., p. 163, 8, 238.
URSINUM L., p. 166.
COLCHICUM L.
AUTUMNALE L. p. 169.
ERYTHRONIUM L., p. 239.
GALANTHUS L., p. 163, 9.
GALIUM L.
COMETERRHIZON Lap., p. 299.
GLORIOSA L., p. 166.
LEUCOIUM L., p. 163, 278.
VERNUM L., p. 169.
LILIUM L., p. 163, 8, 238.
LITTONIA Hook., p. 166.
MERENDERA, Ram.
BUBOCODIUM, Ram. p. 166, 9.
NARCISSUS L., p. 163, 271, 7, 8.
JUNCIFOLIUS Lagasca, p. 163, 9, 278.
POETICUS L., p. 278.
PSEUDO-NARCISSUS L., p. 163, 4, 9, 91, 207, 78.
RAMONDIA Rich., p. 299.
UVULARIA L., p. 166.

Observation. — Bien que l'application stricte des règles de la nomenclature impose plutôt le binôme *Endymion non-scriptus* (L. 1753) Garke, 1849, j'ai conservé l'emploi du nom *Endymion nutans* Dum. 1827, consacré par un usage constant dans les flores usuelles (Grenier et Godron, H. Coste, G. Bonnier, Rouy, etc.).

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche I. — TYPES DE BULBES. — SA¹, *Scilla autumnalis* L., de Bagneaux-sur-Loing, le 1^{er} août, montrant la hampe, complètement embrassée par la gaine fugace *g*; SA², *id.*, montrant une feuille *f* du printemps précédent subsistant encore, la première hampe *h* extérieure à l'embrassement de la gaine, et la gaine fugace *g*, embrassant la deuxième hampe qui la dépasse à peine.

EL, *Endymion lingulatus* (Poir.), d'Oran, photographié conservé dans un tube. On voit les grandes gaines *g* embrassant les feuilles. Les bulbes sont ridés: *c* sont les tuniques de l'année d'avant prêtes à disparaître.

EN¹, *Endymion nutans* Dum., de Melun. Bulbe allongé, *g*, gaine; EN², *id.*, bulbe normal, en fin mars. Les tuniques externes, percées par les racines, sont vidées et prêtes à disparaître. On voit les gaines. Le bulbe s'est fragmenté en plusieurs bourgeons équivalents.

SB¹, bulbe normal de *Scilla bifolia* L., de Livry-sur-Seine, en fin mars; SB², *id.*, bulbe pourvu d'une énorme racine tractrice jeune et pas encore vidée en fin mai.

SL, *Scilla Lilio-Hyacinthus* L., bulbe à aspect écailleux, racines ramifiées.

BA¹, *Brimeura amethystina*, Salisb., de Gèdre (Hautes-Pyrénées), au début d'avril; photographiée dans un tube. On voit la forme des fleurs, leurs bractées et surtout les gaines *g* entourant la base des feuilles; BA², *id.*, en mai, la gaine ne subsiste en *g* que par un lambeau couronnant une mince tunique et pouvant facilement passer inaperçu. Toutes les tuniques de l'année précédente sont réduites à un sac grisâtre et scarieux abandonné au-dessus du nouveau bulbe enfoncé par ses grosses racines tractrices.

Planche II. — ANATOMIE DU PLATEAU. — 1, coupe axiale dans un plateau d'*Ornithogalum sessiliflorum* Desf.: R, traces vasculaires récurrentes très jeunes; D, faisceau direct ancien et lignifié.

2, *Id.*, montrant deux cycles de faisceaux récurrents; R₁, traces récurrentes jeunes, les plus superficielles; R₂, faisceau récurrent bien différencié, plus profond, produit l'année précédente.

3, Coupe axiale du plateau de *Scilla sibirica* Andr. vue d'ensemble: R, trace récurrente superficielle très jeune; D, faisceau direct; H, hampe florale de l'année précédente.

4, Fragment de coupe axiale dans la base d'un gros plateau de *Scilla peruviana* L. (provenant de la Mauléverie, Arboretum Allard, Institut Pasteur, Angers). Une ébauche de racine adventive *Rac* a digéré les tissus, coupé un faisceau direct ancien D, après avoir pris naissance à la limite du parenchyme cortical (à droite) et du parenchyme médullaire (à gauche), à la hauteur où se termine une trace récurrente jeune et tout à fait externe, qui fonctionnera bientôt comme réseau radicifère.

Planche III. — VASCULARISATION DU PLATEAU ET DES ÉCAILLES. — 1, Portion d'une coupe axiale de plateau d'*Ornithogalum pyrenaicum* L., tout près de l'apex, montrant l'ébauche extrêmement jeune et le raccord d'une trace foliaire directe D et d'une trace récurrente R.

2, Coupe tangentielle dans une très jeune feuille de *Scilla pratensis* W. et K.: N, nervures longitudinales, parallèles aux files cellulaires du parenchyme; A₁, très jeune anastomose, perpendiculaire aux files cellulaires, et dont les cellules sont encore dans le prolongement exact des files correspondantes; A₂, anastomose un peu plus avancée, bien qu'encore non lignifiée, dont les cellules ont joué et ne sont plus exactement dans le prolongement des files de cellules du parenchyme.

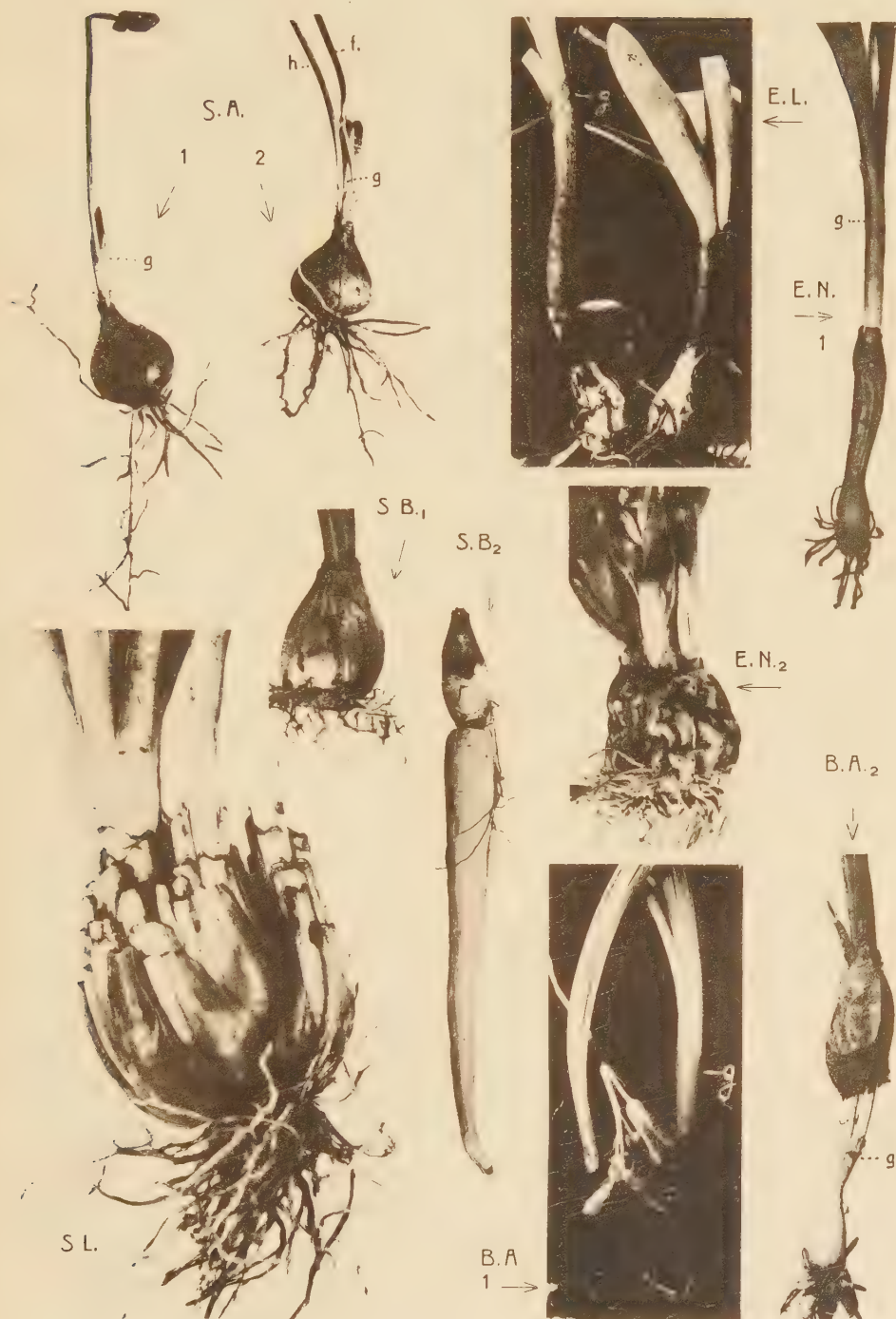
3, Coupe axiale, vue d'ensemble du plateau de *Scilla obtusifolia* Poir., provenant d'Oran; D, faisceau direct; R₁, trace récurrente superficielle, jeune et encore non lignifiée. Vers la base, elle fonctionne comme réseau radicifère; R₂, faisceau récurrent plus ancien, plus profond, avec des vaisseaux différenciés; H, ancienne hampe florale. On remarquera qu'aucun faisceau n'est pris sur toute sa longueur par la coupe, ce qui est dû à la torsion du bulbe, qui gauchit les traces vasculaires.

4. Coupe axiale dans la partie latérale d'un plateau d'*Ornithogalum sessiliflorum* Desf. : Ec, parenchyme cortical ; M, parenchyme médullaire ; R₁, à la limite des deux, traces récurrentes jeunes non vascularisées ; R₂, plus profondément, faisceaux récurrents de l'année précédente ; R₃, encore plus profondément, faisceaux récurrents encore plus anciens ; D, faisceau direct.

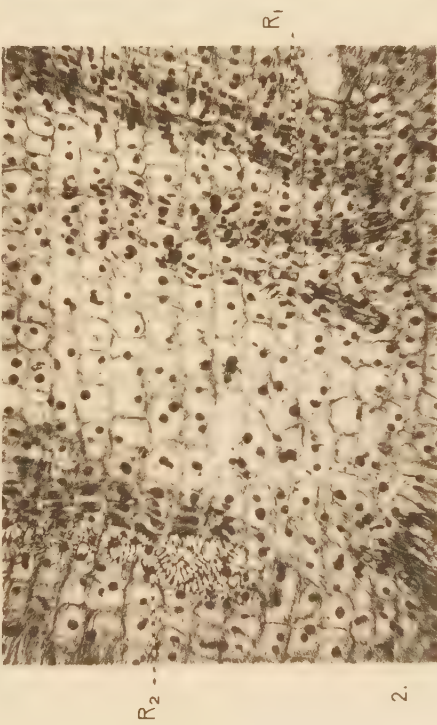
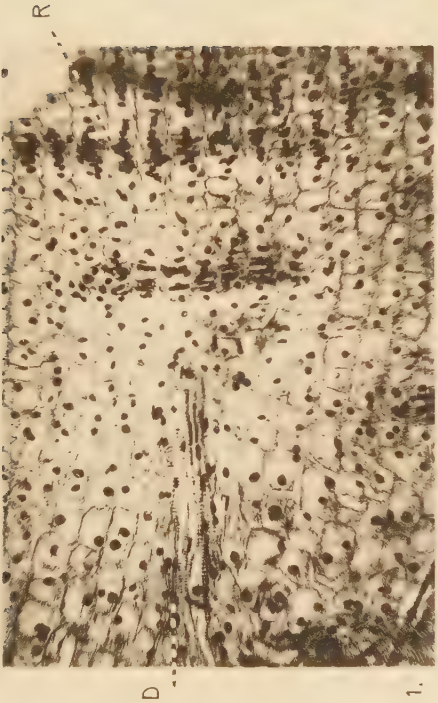
Planche IV. — BOURGEONNEMENT ET RÉGÉNÉRATION. — M.r., *Muscari racemosum* Mill. ; couronne de caïeux externes, en mai, produits et libérés l'année même. — S.b., *Scilla bifolia* L., en fin mars, trois états successifs de la séparation des bulbes nés par bourgeonnement au voisinage de l'apex. A gauche, les deux bourgeons, principal et latéral, formés durant l'été précédent, ont produit deux hampes et deux paires de feuilles contiguës. Au milieu, il y a trois ans que les deux bourgeons se sont formés ; quelques écailles communes embrassent encore les deux bulbes. A droite, il y a quatre ou cinq ans que les bourgeons se sont formés ; les deux bulbes n'ont plus d'écailles communes et ne sont plus liés que par une portion restreinte de la base du plateau.

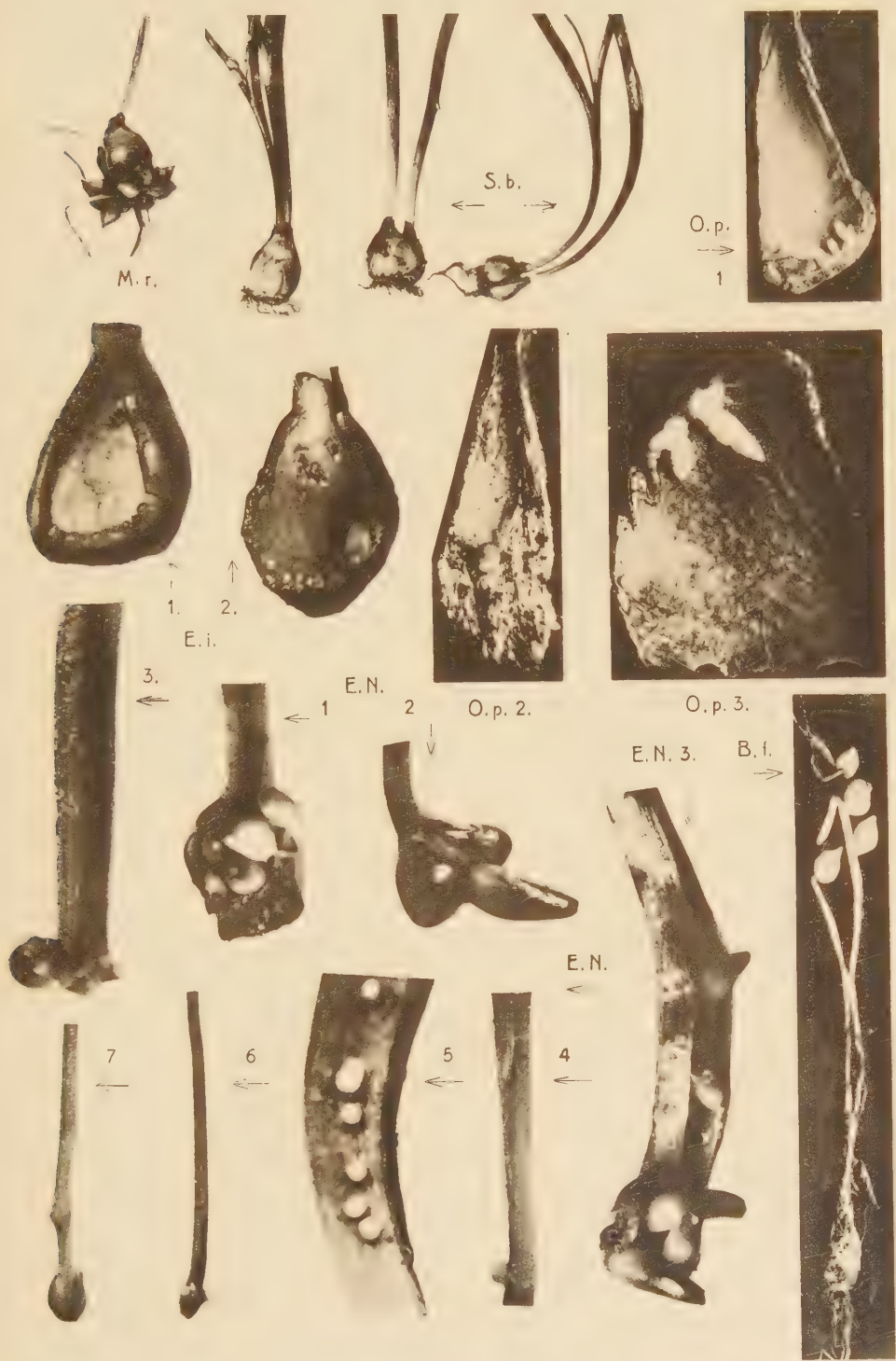
Op1, régénération du type *Ornithogalum pyrenacium* sur une écaille âgée de deux ans de cette espèce ; Op2, *id.*, on remarquera que l'écaille ne régénère que là où subsiste de l'épiderme ; Op3, *id.*, on remarquera que les régénérations sont en face des nervures et qu'elles sont portées sur un bourrelet qui a précédé la régénération proprement dite. — Ei1 et 2, régénération sur la base de feuilles d'*Endymion italicus* (L.) Nob., qui ont aussi continué à se tubériser ; Ei3, *id.*, sur la partie verte d'une feuille.

En, régénérations sur feuilles d'*Endymion nutans* Dum ; En1 et 2, sur la base de la feuille, qui achève de se tubériser tout en régénérant ; En3 et 5, sur la surface du limbe vert, au niveau d'éraflures ; En4, stades très jeunes des mêmes ; En6, à l'extrémité basale d'une feuille de plantule coupée au milieu de la portion verte ; la tubérisation de la feuille est très légère ; En7, *id.*, la régénération s'ébauche en amont des éraflures. — B. f., *Brimeura fastigiata* (Bert.) Nob. (de Corse). Plante entière : les feuilles ont régénéré des bulbilles à la suite de l'écrasement léger et de la dessiccation durant le transport, et sans être séparées du bulbe.



(P. CHOUARD)





DEUXIÈME THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

GÉOLOGIE. — Relations entre les conditions géologiques du sous-sol et la distribution des végétaux actuels.

ZOOLOGIE. — Distribution géographique du Limnoplancton.

Vu et approuvé :

Paris, le 27 Juin 1930.

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

C. MAURAIN.

Vu et permis d'imprimer :

Le Recteur de l'Académie de Paris,

S. CHARLÉTY.

CORBEIL. — IMPRIMERIE CRÉTÉ.
